

sia

schweizerischer ingenieur- und architektenverein
société suisse des ingénieurs et des architectes
società svizzera degli ingegneri e degli architetti
swiss society of engineers and architects

Weiterentwicklung SIA 405 (Projekt NGDI 20-53)



18.05.2021

Inhalt

0.	Management Summary	5
1.	Einleitung	7
1.1.	Ausgangslage	7
1.2.	Ziele	7
1.3.	Vorgehen	7
1.4.	Bearbeitungsteam	8
1.5.	NGDI-Projekt	8
1.6.	Fragestellungen aus Sicht NGDI	8
2.	Situationsanalyse	9
2.1.	Vorgehen Situationsanalyse	9
2.1.1.	Umfrage 2017	9
2.1.2.	Workshop 2020	9
2.1.3.	Analyse aktueller Forschungs- und Studienaufträge	11
2.2.	Organisation	13
2.2.1.	Kommission SIA 405	13
2.2.2.	Zusammenarbeit Fachverbände	14
2.2.3.	Reflektion der aktuellen Organisation SIA 405 und mögliche zukünftige Organisation ..	15
2.2.4.	Release der Modelle	17
2.3.	Normaufbau und Inhaltstruktur	18
2.3.1.	Übersicht	18
2.3.2.	Normdokument	19
2.3.3.	Merkblätter	19
2.4.	Norminhalte	20
2.4.1.	Inhalt heutiges Normdokument	20
2.4.2.	Inhalt der Merkblätter	21
2.4.3.	INTERLIS-Datenmodelle	22
2.4.4.	Begriffe und Definitionen	22
2.4.5.	Einheitliche Semantik	22
2.4.6.	Abgrenzung Leitungskataster und Werkinformation	22
2.4.7.	Geplante Leitungen	22
2.4.8.	Vor- und Nachteile der heutigen Dokumente im Überblick	23
2.5.	Modellierung	23
2.5.1.	3D	23
2.5.2.	4D: temporale Aspekte	24
2.5.3.	5D: zeitlich abhängige, zusätzliche Eigenschaften (z.B. LifeCycle-Status)	24
2.5.4.	Eigentümer und Zuständigkeiten	24
2.5.5.	Abbildung von Flächen	24

2.5.6. Metadaten.....	24
2.6. Publikation der Norm	25
2.7. Einführung und Anwendung der Norm.....	25
2.8. Wechselwirkung zwischen Fachmodellen und LK	28
2.9. Einflüsse aus dem Umfeld	28
2.9.1. LK Schweiz	28
2.9.2. LK grenzüberschreitend	28
2.9.3. Terminologie.....	29
2.9.4. Weiterentwicklung INTERLIS	29
2.9.5. Weiterentwicklung Webdienste	29
2.9.6. BIM	31
2.9.7. Technologische Entwicklungen.....	31
3. Ziele.....	32
4. Konzept und Lösungsansätze.....	33
4.1. Organisation.....	33
4.1.1. Stossrichtung.....	33
4.1.2. Zusammensetzung der Kommission	33
4.1.3. Aufgaben und Zuständigkeiten der Kommission	33
4.1.4. Einbezug Fachverbände / Modellverantwortung / Matching WI > LKMap	34
4.2. Normaufbau und Inhaltstruktur	36
4.2.1. Generell.....	36
4.2.2. Allgemeiner Teil	38
4.2.3. Thematischer Teil	38
4.2.4. Wegleitung	39
4.3. Norminhalte.....	40
4.3.1. Semantik.....	40
4.3.2. Verwendungszweck	40
4.3.3. Geplante Leitungen.....	40
4.4. Modellierung	40
4.4.1. 3D-Geometrien	41
4.4.2. Temporale Aspekte / Historisierung	42
4.4.3. Lifecycle-Status	42
4.4.4. Eigentümer und Zuständigkeiten	43
4.4.5. Neue Objekttypen Perimeter.....	45
4.4.6. BIM – IFC	45
4.4.7. Erweiterung Bilddaten / Punktwolken.....	46
4.4.8. Verknüpfungen.....	47
4.5. Publikation der Norm	47
4.5.1. Publikationswege der verschiedenen Inhalte.....	47

4.5.2. Publikation der Datenmodelle.....	47
4.6. Einführung der Norm.....	48
4.7. LKMap als Kandidat für MGDM LKCH.....	48
5. Projektvorschlag / Empfehlung Revision SIA 405	51
5.1. Grundlagen	51
5.2. Zieldefinition.....	51
5.2.1. Inhalt	51
5.2.2. Vorgehensziele	51
5.3. Organisation.....	51
5.4. Abläufe und Termine	51
5.5. Umfeld.....	52
5.6. Recht und Verträge	52
5.7. Kosten und Finanzen	52
5.7.1. Kostenschätzung.....	52
5.7.2. Finanzierung	52
5.8. Leistungen.....	52
5.9. Information und Kommunikation.....	54
5.10. Dokumentation.....	54
6. Von der Revision unabhängige Massnahmen	55
7. Literaturverzeichnis	56
8. Anhänge	57
8.1. Ergebnisse Umfrage 2017.....	57
8.2. Ergebnisse Workshop 2020	57
8.3. Grundlagen 3D (Beitrag FHNW)	58
8.4. Grundlagen BIM (Beitrag FHNW)	66
8.5. Grundlagen Bilddaten (Beitrag FHNW)	71
8.6. Einbindung von Dateien ins Datenmodell (Beispiel VSA-KEK).....	74

0. Management Summary

Seit der letzten Revision im Jahr 2012 hat sich die Norm SIA 405 mit den zugehörigen Merkblättern mindestens in der Geobranche breit etabliert. Sie bildet heute die Basis für viele öffentliche und private Leitungskataster. In dieser Zeit hat sich aber die Technologie und damit die Digitalisierung stark weiterentwickelt. So hat eine bereits im Jahr 2017 durchgeführte Umfrage unter den Anwenderinnen und Anwendern der Norm gezeigt, dass eine erneute Überarbeitung angezeigt ist. Dieser Handlungsbedarf wurde an einem im Herbst 2020 durchgeführten Workshop verifiziert bzw. weiter spezifiziert. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden im vorliegenden Bericht im Rahmen eines NGDI-Projektes aufgearbeitet und bilden die wichtige Grundlage für die anstehende Revision der Norm.

Aufgrund der Auslegeordnung im Rahmen der Vorarbeiten haben sich folgende drei Handlungsfelder als Schwerpunkte herauskristallisiert:

1. Norm und Merkblätter

Gemäss den Vorgaben des SIA haben Merkblätter eine Lebensdauer von 5 Jahren. Danach müssen sie entweder in die Norm Eingang finden oder in Anwendungshilfen in Form von Wegleitungen überführt werden. Es gilt deshalb zu prüfen, welche Inhalte der bestehenden drei Merkblätter 2015, 2016 und 2045 normativen Charakter haben und in die Norm übernommen werden. Dabei ist gleichzeitig der bisherige Inhalt der Norm zu prüfen und zu aktualisieren bzw. zu ergänzen. Die nicht normativen Inhalte der Merkblätter sollen im Sinn von Anwendungshilfen neu in Wegleitungen abgebildet werden.

2. Datenmodellierung

Bereits die im Jahr 2012 publizierten INTERLIS-Datenmodelle enthalten Elemente im Hinblick auf einen 3D-Leitungskataster. Für eine breite 3D-Anwendung müssen die Datenmodelle aber um weitere 3D-Konstrukte erweitert werden. Zudem spielen heute weitere Dimensionen wie die Zeit (4D) oder zeitlich abhängige Eigenschaften wie z. B. der Betriebszustand (5D) eine immer wichtigere Rolle.

Das Thema BIM hat sich in den letzten Jahren auch in der Schweiz etabliert, zunehmend auch im Bereich der unterirdischen Infrastrukturen. Diese Entwicklung beeinflusst die künftige Anwendung der Norm 405 und muss entsprechend berücksichtigt werden. Auch die technologische Entwicklung im Bereich der Datenerhebungsmethoden schreitet voran und bringt neue Datentypen (Punktwolken, Bilddaten) hervor, mit denen umgegangen werden muss.

3. Darstellungsmodell LKMap

Das Darstellungsmodell LKMap soll an die bei der Datenmodellierung identifizierten Bedürfnisse angepasst und weiterentwickelt werden.

Für die Revision der Norm und der Merkblätter werden folgende Konzepte und Lösungsansätze verfolgt:

– Organisation

Die Abgrenzung zwischen Leitungskataster, Werkinformation und BIM soll geschärft werden, indem sich die Norm künftig nur noch auf den Leitungskataster fokussiert. Die bisher ebenfalls enthaltenen Fachmodelle der Medien werden nicht mehr Teil der Normendokumente sein und wieder der ausschliesslichen Verantwortung der Fachverbände übergeben. Damit die Abstimmung zwischen Leitungskataster und Werkinformation künftig trotzdem verbessert und intensiviert werden kann, ist der Austausch zwischen SIA 405 und den Fachverbänden zu intensivieren und institutionalisieren.

- Struktur und Inhalt der Norm
Die Merkblätter sollen abgelöst werden. Die normativen Inhalte werden in die Norm übernommen. Die restlichen Inhalte fliessen in neue Wegleitungen ein. Neben dieser Neustrukturierung der Normdokumente wird die eigentliche Norm auch inhaltlich überarbeitet und ergänzt. Dabei steht eine weitere Vereinheitlichung der Semantik und eine Erweiterung für geplante Leitungen im Vordergrund.
- Modellierung
Bei der Datenmodellierung sollen folgende Aspekte berücksichtigt werden:
 - 3D-Geometrien im Hinblick auf BIM
 - Zeitliche Aspekte bezüglich Existenz und Wissensstand über Leitungsobjekte
 - Lifecycle-Status (Betriebszustand)
 - Eigentum und Zuständigkeiten (Rollen)
 - Neue Flächentypen, z. B. für nicht weiter detaillierte Werkareale
 - Prüfung eines IFC-Modells für den Leitungskataster
 - Erweiterung um neue Datentypen (Punktwolken, Fotos usw.)
- Publikation und Einführung
Um die Anwendung der Norm weiter zu fördern, soll die Zugänglichkeit verbessert werden. Dabei spielen verschiedene Faktoren wie das heutige Geschäftsmodell des SIA im Zusammenhang mit Normen einerseits oder Entwicklungen wie der Leitungskataster Schweiz (LK CH) andererseits eine Rolle. Für die Datenmodelle soll eine online zugängliche, zentrale Dateiablage (Model Repository) und für die Wissensvermittlung ein Wiki eingerichtet werden.
Die Publikation der revidierten Norm soll durch verschiedene Massnahmen wie Einführungsanlässe, Publikationen, Kurse usw. begleitet werden.

Es ist geplant, die Revisionsarbeiten im Q3 2021 zu starten und 2022 mit der Publikation abzuschliessen. Es ist vorgesehen, Teile der Revisionsarbeiten durch bezahlte Sachbearbeitung auszuführen. Die dafür notwendige Finanzierung wird durch Sponsorenbeiträge gedeckt.

Bemerkungen des Steuerungsorgans zweckgebundene NGDI-Mittel zum Bericht

Das Steuerungsorgan zweckgebundene NGDI-Mittel weist ergänzend zu diesem Bericht auf folgendes hin: BIM wird einen sehr starken Einfluss auf die Modellierung von unterirdischen Infrastrukturen haben. Die Vorschläge im Bericht berücksichtigen die zukünftige internationale Normung in diesem Bereich nur sehr wenig. Es ist zu überlegen, ob mit der Überarbeitung der Norm und des LKCH nicht abgewartet werden sollte, um die internationalen Building-Smart-Standards, die Ende 2021 / Anfang 2022 vorliegen werden, berücksichtigen zu können. Es muss künftig möglich sein, mit ifc arbeiten zu können. Ein bidirektionaler Datentransfer zwischen BIM-Welt Daten und GIS-Welt Daten muss sichergestellt werden. In diesem Sinn braucht es sowohl ein Interlis-Modell (oder andere zukünftige Standard GIS-Modelle) wie auch ein standardisiertes ifc-Modell mit den dazugehörigen bidirektionalen standardisierten Ableitungsregeln. Verschiedene Schweizer Städte im Grenzgebiet sind sehr eng mit ihren Nachbarn verbunden. Die SIA-Norm würde sonst in diesen Regionen rasch veraltet und damit unbrauchbar werden.

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

Die Norm SIA 405 «Geodaten zu Ver- und Entsorgungsleitungen» sowie die Merkblätter SIA 2015 «Objekt- und Darstellungskataloge zu Ver- und Entsorgungsleitungen», SIA 2016 «Datenmodelle zu Ver- und Entsorgungsleitungen» wurden nach einer Revision im Jahr 2012 publiziert. Im gleichen Zug wurde das neue Merkblatt SIA 2045 «Geodienste» herausgegeben.

Seither finden die neue Norm und die Merkblätter verbreitet Anwendung. Sie bildet nicht zuletzt auch in verschiedenen Kantonen die Basis und Empfehlung für deren Leitungskataster. In der konkreten Anwendung wurden bereits viele Erfahrungen gemacht. Mittels einer schweizweiten Umfrage im Jahr 2017 ermittelte die Kommission SIA 405 bei den Nutzern den Überarbeitungsbedarf der Norm und der Merkblätter. Diverse kleinere Korrekturen wurden direkt aufgenommen und mit einem Korrigendum 2018 publiziert. Es wurden jedoch berechtigterweise auch einige grössere Anliegen formuliert. Diese können nur im Rahmen einer Revision in die Norm aufgenommen werden.

Diese Anliegen, sowie Trends wie 3D, 4D, BIM inklusive Metadaten, neue Technologien und nicht zuletzt die zunehmende Verwendung, einschliesslich weiterer Erkenntnisse aus der Praxis bei Kantonen und Bund, machen es notwendig, die Norm und die Merkblätter zu überprüfen, zu aktualisieren und weiterzuentwickeln.

1.2. Ziele

Die Norm ist seit langem bei Softwareherstellern, Infrastrukturbetreibern und Ingenieurbüros breit akzeptiert und im Einsatz. Deshalb soll nicht der ganze Inhalt neu erarbeitet werden. Wo nötig, wird neu strukturiert, justiert und ergänzt. Berücksichtigt werden auch relevante Entwicklungen im europäischen Normenumfeld (CEN).

1.3. Vorgehen

In einem ersten Schritt werden in einem Projekt die Ausgangslage und der Handlungsbedarf identifiziert. Darauf basierend werden Lösungsvorschläge erarbeitet, welche die Grundlage für die eigentlichen Revisionsarbeiten bilden. Mit dem Projekt sollen die Grundlagen für eine professionelle, praxisnahe Norm mit Kennern der Thematik und der Praxis erarbeitet werden. Das vorliegende Überarbeitungskonzept dokumentiert diese Grundlagenarbeiten. Ziel des Überarbeitungskonzepts ist es, die Bedürfnisse der verschiedenen Stakeholder an die SIA 405 bereits vor der Revision zu erfassen. Es wurde deshalb folgende Schritte durchgeführt:

- Detaillierte Analyse der Umfrageergebnisse 2017
- Vernetzung Fachexperten aus dem Umfeld der SIA 405
- Einbezug von Experten im Themenbereich BIM
- Durchführung eines öffentlichen Workshops mit "SIA 405-Interessierten" aus Forschung, Lehre und Praxis
- Bearbeitung inhaltlicher Themen an diversen Arbeitssitzungen
- Analyse aktuelle Entwicklungen INTERLIS, Digitalisierung, Datenerfassung, ...

Auf die Grundlagenarbeiten folgt das eigentliche Revisionsprojekt, welches mit der Vernehmlassung und Publikation der aktualisierten Norm abgeschlossen wird.

1.4. Bearbeitungsteam

Die Bearbeitung des Projekts für die Grundlagen erfolgt in einem Kernteam bestehend aus folgenden Vertretern der Kommission, der Geschäftsstelle des SIA und der Fachhochschule Nordwestschweiz:

- Martino Giuseppe Geschäftsstelle Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA
- Burckhardt Stefan Vertreter Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA (SjIB)
- Hunziker Franco Planer (Acht Grad Ost AG)
- Koch Rainer Vertreter Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS
(Rosenthaler + Partner AG)
- Schildknecht Lukas Fachhochschule Nordwestschweiz (n|w)
- Schneider Oliver Fachhochschule Nordwestschweiz (n|w)

Die Kommission NK 405 wirkt als Begleitgruppe in der Grundlagenarbeit mit.

1.5. NGDI-Projekt

Aufgrund des allgemeinen Interesses und der Relevanz des Leitungskatasters als Geodaten hat die SIA 405 den Antrag zur Finanzierung der Grundlagenarbeiten für die Revision der Norm SIA 405 an die NGDI gestellt. Dieser Antrag wurde vom Steuerungsorgan gutgeheissen. Die Erstellung des Berichts und die dafür nötigen Leistungen konnten dadurch mit Hilfe der "Zweckgebundenen NGDI-Mittel" finanziert werden.

Durch die Zusammenarbeit zwischen Bund und Kantonen sollen die Kohärenz, die Effektivität und die Effizienz in der Wertschöpfung der vorhandenen Geodaten erhöht werden. Mit den "Zweckgebundenen NGDI-Mitteln" stehen Finanzmittel für entsprechende Vorhaben und Projekte zur Verfügung.

Der vorliegende Bericht und die dazugehörigen Anhänge dienen nun als konsolidierte Grundlage für die Revision der Norm SIA 405 inklusive der dazugehörigen Merkblätter. Die Ergebnisse leisten zudem einen Beitrag an die Weiterentwicklung des Projekts Leitungskataster Schweiz.

1.6. Fragestellungen aus Sicht NGDI

Durch die NGDI sind zusätzlich zu den eigentlichen Themen der Normrevision auch noch folgende Fragestellungen zu bearbeiten und zu beantworten:

- Das Projekt soll die aktuelle Organisation reflektieren. Mögliche Optionen für eine zukünftige Organisation sollen geprüft und verglichen werden (Beurteilung siehe Kapitel 2.2).
- LKMap ist Kandidat für ein zukünftiges MGDM im Rahmen der Umsetzung des Leitungskatasters Schweiz. Die Möglichkeiten des freien Zugangs zu den Datenmodellen und Normen sind zu klären. Zudem ist in diesem Zusammenhang die aktuelle Entwicklung der kantonalen und nationalen Geobasisdaten von Bedeutung (Beurteilung und Lösungsvarianten siehe Kapitel 4.7).

2. Situationsanalyse

2.1. Vorgehen Situationsanalyse

Die Situationsanalyse umfasste insbesondere folgende Aktivitäten:

- Öffentliche Umfrage 2017 mit Bewertung der Umfrageergebnisse
- Durchführen eines öffentlichen Workshops mit Fachpersonen aus den Kreisen des Leitungskatasters (LK) und der Werkinformationen (WI). Die Schwerpunkte des Workshops wurden auf Basis der Umfrageergebnisse 2017 definiert.
- Analyse aktueller Forschungs- und Studienaufträge

2.1.1. Umfrage 2017

Die detaillierten Umfrageergebnisse sind im Anhang dokumentiert. Ein Teil der Rückmeldungen ist in die Korrigenda 2018 eingeflossen und bereits verarbeitet. Bei den verbleibenden Rückmeldungen haben sich 4 Themenbereiche herauskristallisiert, welche vertieft betrachtet werden müssen:

- Verwendungszweck LK aus Sicht des gesamten Lifecycles der Infrastruktur
- Modellierungsaspekte in Bezug zu BIM, INTERLIS und 3D
- Nutzung der heutigen SIA 405
- Was sind zukünftige Herausforderungen in der Digitalisierung und der Vermessungstechnik?

Die vier Themenschwerpunkte wurden am Workshop vom 30.9.2020 vertieft und bilden damit eine wesentliche Grundlage des Überarbeitungskonzepts.

2.1.2. Workshop 2020

Die Ergebnisse des Workshops sind auf Flipcharts dokumentiert (siehe Anhang). Zusammenfassend wurden folgende Ergebnisse erarbeitet.

Prozesse und Positionierung LK

- LK dient der Unterstützung der Koordination – so steht es auch in der heutigen Norm. Das könnte man in der Norm auch stärken - ist relativ kurz heute drin. Was heisst Koordination genau?
- Ist in Zukunft ein 3D Modell
- Es braucht ein Vertrauensintervall (Lage- Höhegenauigkeit) um die Leitungen herum – damit man merkt, wann es kollidiert und man koordinieren muss.
- Eigentümer / Betreiber / ... der Leitungen müssen ermittelt werden können - dies muss medienübergreifend gelöst werden
- Einheitliche Semantik über alle Medien
- Vorausschauende Gefässe sind zu erstellen (bspw. 3D)

3D-BIM-INTERLIS

- Heute 3D als Erweiterung → zukünftig nur noch 3D-Modell (gemessen wird heute in der Regel 3D, das soll nicht weggeworfen werden. Es soll aber auch nur 2D geführt werden können, wenn kein 3D verfügbar ist)
- Hybrid: 2D oder 3D muss zusammen genutzt werden können

- Hybrid: andere Formen, wie zum Beispiel "3D-Bilder", "Punktwolken" (mit integrierten Verweisen auf extern gelagerte Datei / räumlich referenziertes Bild mit komplexer Realwelt usw.)
- Zukünftig spielen auch Zeit (4D) und Szenarien (5D) eine Rolle
- Übergang von heute in neues Modell muss definiert werden
- Eventuell braucht es neue Datentypen für 3D-Objekte
- Konfidenzintervall in 3D (Lage, Höhe und Kombination)
- Schnittstelle BIM → aus Projektdaten müssen die LK und WI Informationen erzeugt werden

SIA 405 wo stehen wir

- Abgrenzung LK – WI – BIM: Rollenteilung SIA405 – Fachmodelle – wo ist die Schnittstelle / Abgrenzung?
- Datenflüsse reinbringen
- BIM: muss mit WI zusammenspielen
- Koordinationsaufgabe SIA405 über alle Medien ist wichtig, auch wenn WI aus der SIA405 herausgenommen wird
- Kosten für die Umsetzung der neuen Norm sollen kein Hindernis für die Nutzung sein (z.B. Kosten, welche sich durch erhöhte Anforderungen an die Datenerfassung ergeben könnten)
- Positionierung SIA405 im Vorhaben LK-Schweiz mit aufnehmen → Kooperation SIA-Bund muss gesucht und gefördert werden.
- Festhalten: was ist die SIA405 → Profil muss definiert sein z.B. Modell LK und Gefäss für Koordination der Verbände, Verbindlichkeit für die Verbände?
- Positionierung SIA405 international? Eventuell über LK-Schweiz initiieren

Anforderungen an die Zukunft

- Norm muss Entwicklungstendenz beschreiben
- Gefäss für 3D bauen, Umgang mit noch nicht vorhandenen Daten (nur 2D vorhanden) beschreiben
- Eigentümer, Betreiber
- Homogene Datenqualität (geografisch und inhaltlich) → inklusive Datenprüfung
- Vollständigkeit? Was heisst Vollständigkeit aus Sicht LK?

2.1.3. Analyse aktueller Forschungs- und Studienaufträge

Folgende Forschungs- und Studienaufträge im Umfeld des Themas SIA405 und BIM laufen zurzeit:

Übereinstimmung zwischen BIM und GIS: ein Referenzmodell für digitale Baugenehmigungen:

Eine Studie des Instituts national des sciences appliquées INSA in Strassburg zeigt am Beispiel des Kantons Genf die Herausforderungen, die dieses neue und zukunftsorientierte Tool mit sich bringt. Eine kurze Zusammenfassung wurde in der Fachzeitschrift "cadastre 29/2019" publiziert. Die ausführliche Studie (auf Französisch) von Marion Kannengiesser ist online unter folgendem Link zu finden: <http://eprints2.insa-strasbourg.fr/3256>.

Ein weiterer Fachartikel "BIM im Untergrund" (cadastre 31/2019) von Bernd Dömer stellt eine Studie von HEPIA vor. Die digitale Modellierung von urbaner Umgebung steht seit einiger Zeit im Fokus – nicht zuletzt durch die Verbreitung der BIM-Methode. BIM verändert als disruptive Technologie massiv unsere Arbeitsweise. Dies findet in unterschiedlichen Massstäben statt: Im territorialen Bereich verwalten geografische Informationssysteme (GIS) grosse Flächen und im Bauwerksbereich helfen BIM-Systeme Bauwerke millimetergenau zu planen. Die Haute école du paysage, d'in-génierie et d'architecture de Genève (HEPIA) wurde vom Bundesamt für Landestopografie swisstopo und dem Kanton Genf beauftragt zu untersuchen, inwieweit die beiden Technologien für eine strukturierte Modellierung der sich im Untergrund befindenden Objekte benutzt werden können.

GEOL_BIM

Mit dem Innovationsprojekt GEOL_BIM werden künftig raumbezogene geologischen Daten (3D-Modelle, GIS-Welt) mit detaillierten Gebäudeinformationen (BIM-Welt) im digitalen Bauen ergänzt. Innosuisse, die Schweizer Agentur zur Förderung von wissensbasierten Innovationsprojekten im Interesse von Wirtschaft und Gesellschaft, hat im Dezember 2019 den Antrag für die Finanzierungsunterstützung für das Projekt GEOL_BIM bewilligt. Das Projekt ist Anfang März 2020 gestartet und soll bis im Frühjahr 2022 abgeschlossen sein. Für die Umsetzung zeichnen sich die Landesgeologie von swisstopo und die Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW unter der Leitung des Schweizer Geologenverband CHGEOL verantwortlich.

Namhafte Ämter, Organisationen und Unternehmen sind am Projekt GEOL_BIM beteiligt. Mit ASTRA, CSD Ingenieure AG, Geoformer AG, GEOTEST, GeoMod, Geotechnik Schweiz, Jäckli Geologie, Lombardi AG, nagra, SBB, Schenker Richter Graf und der Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen arbeiten qualifizierte Fachleute beim Projekt GEOL_BIM mit und tragen mit ihren Use Cases dazu bei, dass die entwickelten Lösungen auch praxistauglich sein werden.

https://www.swisstopo.admin.ch/de/wissen-fakten/geologie/geologische-daten/3d-geologie/untief/geol_bim.html

Die swisstopo stellt in ihren Kolloquien verschiedene Projekte vor:

3D-Kataster: Wohin geht's?

Präsentation Christoph Käser und Helena Åström Boss zum Kolloquium "3D-Kataster: Wohin geht's?" Am 13.1.2017, [Download Folien](#)

BIM - Digitalisierung im Bausektor - Auswirkungen auf die Verwaltung von Bauwerksdaten & geologischen Daten

Öffentliches Kolloquium, 29. März 2019, Download Folien:

Geologische Untergrunddaten und BIM (Stefan Volken): Projekt-Schnittstellen zwischen BIM-Bauwerksdaten und geologischen Daten - Projekt GEOL_BIM

GeoBIM; (Christoph Käser): Gedanken zu zukünftigen GeoBIM – Schnittstellen

BIM et information du territoire dans le canton de Genève (Pascal Oehrli): Projet BIM Etat

Baustellen-Monitoring & Dokumentation: IoT meets BIM Fallbeispiel: SBB – Referenzbaustelle Sulzegg, Flüelen (UR) (Bernhard Dräyer)

geoBIM: Von Geodaten zu BIM Daten

Öffentliches Kolloquium: 6. April 2021

swisstopo hat sich im letzten Jahr in Zusammenarbeit mit Privaten, Kantonen sowie innerhalb des Bundes aktiv mit dem Thema geoBIM (Building Information Modelling/Management) beschäftigt. Im Kolloquium möchten wir verschiedene Projekte und Ansichten vorstellen:

Pascal Megert (AI) erzählt warum Appenzell-Innerrhoden auf die BIM Methode setzt. Unter anderem spricht er dabei an, welchen Nutzen der Kanton als Bauherr aus der BIM Methode im Bereich Tiefbau ziehen will und welche Schritte dafür notwendig sind. Ophélie Vincendon stellt den Prozess für Baubewilligungen des Kantons Genf vor: von Fragen betreffend die Schnittstellen zwischen Geodaten und BIM Daten bis hin zu Entwicklungen und Strategien, die für die Umsetzung des BIM-basierten Baubewilligungsprozesses entwickelt wurden. Stefan Volken gibt einen Einblick in den Fortschritt der Arbeiten am InnoSuisse Projekt GEOL_BIM, die bis März 2022 abgeschlossen sein werden. Ziel des Projekts ist die Standardisierung der geologischen Daten sowie die Integration der Geologie in die Anwendung der BIM Methode. Wälli AG und swisstopo stellen die Arbeiten im Bereich BIM Labor swisstopo und «3D Werkinformationen aus 2D Daten» vor.

Link: <https://www.swisstopo.admin.ch/de/swisstopo/veranstaltungen.detail.event.html/swisstopo-inter-net/events2021/colloquium-20-21/20210409.html>

Der Verband Schweizer Abwasser und Gewässerschutzfachleute (VSA) beschäftigt sich mit einer Arbeitsgruppe im Bereich ARA und BIM:

BIM Digitale ARA-Planung:

Bei der Realisierung von Infrastrukturprojekten in der Siedlungswasserwirtschaft etablieren sich digitale Planungsprozesse immer mehr. Aktuell werden in VSA-Arbeitsgruppen Standards für eine Branchenlösung erarbeitet. (Marco Nessier in Aqua & Gas, November 2020)

Zusätzlich wurde im Rahmen einer VSA – Fachtagung Digitale Planung im Abwasser vom Dienstag, 27. Oktober 2020 über den aktuellen Stand berichtet.

Auch Kantone machen sich Gedanken:

Vom analogen Strassenplan in die digitale Zukunft der Strassenentwässerung Der Weg der Abteilung Tiefbau Kanton Aargau (David Marrel), 25.9.2019 Kunden-Veranstaltung im Fokus von Acht Grad Ost AG

Ebenso Ingenieurbüros:

30 Jahre Digitalisierung – vom digitalen Leitungskataster zur Smart City Julia Burgermeister, Acht Grad Ost AG 25.9.2019 Kunden-Veranstaltung im Fokus von Acht Grad Ost AG

SBB:

Die SBB wird ab 2021 bei allen Anlageobjekten im Hochbau (> 5 MCHF) ein Informationsmanagement unter Nutzung von "Building Information Modelling" (BIM) anwenden (gemäss SN EN ISO 19650-1:2018). Bei den übrigen Infrastrukturanlagen (Fahrbahn, Ingenieurbau, Bahnzugang etc.) soll die Umstellung bis 2025 erfolgen.

ASTRA:

Auch das ASTRA ist an der Einführung von BIM für die Abwicklung ihrer Infrastrukturprojekte interessiert. Es laufen bereits Aktivitäten, um die Umsetzung von BIM in den Katastersystemen (MISTRA) zu prüfen.

2.2. Organisation

2.2.1. Kommission SIA 405

Die Zusammensetzung der Kommission SIA405 ist darauf ausgerichtet, dass die Fachverbände, deren Medien in der Norm abgebildet werden, vertreten sind. Dadurch sind die Kommunikation mit den Modellverantwortlichen der Fachverbände und die Synchronisation von Fachmodellen und LKMap **langfristig** sichergestellt.

Die Kommission ist aktuell wie folgt besetzt:

Name, Vorname	Vertretung	Funktion	Für die Normarbeit SIA 405 relevante Mitgliedschaften in Projektgruppen usw.
Dütschler Peter	geosuisse / IGS	Präsident	- Projekt LKCH: Mitglied Paritätische Arbeitsgruppe
Martino Giuseppe	SIA	Sekretariat	
Beckhaus Nils	VSE		- Projekt LKCH: Mitglied Paritätische Arbeitsgruppe
Burckhardt Stefan	VSA		- Projekt LKCH: Mitglied Paritätische Arbeitsgruppe
Häsler Andreas	Swisscom (Schweiz) AG		- Projekt LKCH: Mitglied Paritätische Arbeitsgruppe
Hauser Stefan	SBB		- SOGI: Leiter FG 7 Werke, Vorstandsmitglied
Henrich Stefan	SVGW		
Hunziker Franco	Planer		- Steuergruppe BIM – Geodaten, SIA-Kommission für Informatik-Normen (KIN), Geosuisse, IGS
Ibele Patrick	swisstopo		
Koch Rainer	VSS		- Bauen Digital Schweiz (Firmenmitgliedschaft)
Laube Dani			- Projekt LKCH: externe Unterstützung der swisstopo-Projektleitung
Rohr Lukas	KKGEO		

Tabelle 1: Zusammensetzung Kommission NK 405 (Stand 31.12.2020)

- Die Vertretung von **SUISSEDIGITAL** (ehemals Swisscable, Dach- und Wirtschaftsverband der 200 Schweizer Kommunikationsnetze) ist zu regeln. Die Swisscom (Schweiz) AG als einer der 200 Netzbetreiber ist zwar vertreten, ob das im Auftrag von SUISSDIGITAL geschieht, muss geklärt werden.
- Die Vertretung des Mediums **Fernwärme** ist noch nicht geregelt und muss zwischen dem SVGW und dem Verband Fernwärme Schweiz (VFS) geklärt werden.
- Für den Start der Revision ist das **Präsidium der Kommission SIA405** neu zu besetzen. Peter Dütschler leitet die Kommission nur noch bis zum Ende der Vorbereitungsarbeiten zur Revision.
- Es ist zu diskutieren, wie viel **BIM-Kompetenz** in der Kommission selbst nötig ist und ob eine entsprechende Erweiterung der Kommission Sinn macht. Allenfalls genügt auch ein angemessener Austausch mit der SIA-Kommission 2051 oder Steuergruppe "BIM-Geodaten".
- SIA-Fachrat "digitale transformation": Der Fachrat «Digitale Transformation» bildet das strategische Gefäss für den Austausch von Informationen und die Koordination von Aktivitäten im Bereich Digitalisierung und digitaler Transformation des SIA. Im Fachrat findet keine Interessensvertretung statt, aber er legt die strategische Herangehensweise des SIA an die digitale Transformation der Planungs-, Bau- und Immobilienbranche fest (<https://www.sia.ch/de/der-sia/kommissionen-fachraete/sia-fachrat-digitale-transformation/>) und hat dazu ein erstes Strategiepapier und ein mehrteilige Videoserie erstellt.

2.2.2. Zusammenarbeit Fachverbände

Die aktuelle Norm aus dem Jahr 2012 beinhaltet auch die Objektkataloge und Datenmodelle der Werkinformationen für die Medien Wasser, Abwasser, Gas und Fernwärme. Diese sind in der Verantwortung der Fachverbände und werden / wurden von diesen geliefert. Mit der Publikation in der Norm SIA405 erhofften sich die Fachverbände eine breitere Streuung und Nutzung ihrer Fachmodelle. Für die Fachverbände funktionierte diese Strategie grundsätzlich gut. Es hat aber auch dazu geführt, dass einerseits viele Nutzer davon ausgehen, dass die SIA405 zuständig für die Fachmodellnormierung sei und dass andererseits für gewisse Fachverbände die Normierung ihrer eigenen Fachmodelle vom Radar verschwunden ist.

Die SIA405 Norm mit den Merkblättern 2015, 2016 und 2045 ist ein Gemeinschaftswerk folgender Verbände und Interessenvertreter:

- Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) – Medium Abwasser
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs (SVGW) - Medien Gas und Wasser
- Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) – Medium Elektrizität
- SUISSEDIGITAL (ehemals Suissecable) – Medium Kommunikation
- Swisscom – Medium Kommunikation
- Fernwärme Schweiz (VFS) - Medium Fernwärme

Wie die Auflistung zeigt, sind einzelne Verbände verantwortlich für Fachmodelle (VSA, SVGW, VSE, SUISSEDIGITAL, Swisscom, VFS). Andere Mitglieder der SIA405 Kommission vertreten die Interessen aus Sicht der Anwender, die diese Modelle im Alltag einsetzen, um Werkinformationssysteme (GIS) zu betreiben, Werkinformationen zu publizieren, sowie zwischen GIS auszutauschen (Kanton, Städte, Bund (swisstopo), Planer, SBB, VSS).

In gemeinsamer Arbeit wurde in der SIA405 definiert, welcher Umfang des Fachmodelles notwendig ist um

- den Leitungskataster abzubilden (Umfang LK)
- und den Betrieb und Unterhalt eines Mediums sicherzustellen (Umfang WI).
- Bei den Werkinformationen wurde zusätzlich ein Minimalumfang pro Fachmodell definiert.

2.2.3. Reflektion der aktuellen Organisation SIA 405 und mögliche zukünftige Organisation

Die Norm SIA 405 ist ein vom SIA als private Organisation erarbeitetes und verkauftes Normenwerk, welches bis anhin vollständig vom SIA finanziert wurde. Dabei stellt der SIA mit der zuständigen Normkommission die Koordination zwischen den Verbänden, die die einzelnen Fachmedien publizieren, sicher. Die Kommission übernimmt auch die Rolle einer Fachinformationsgemeinschaft (FIG), wie sie der Bund für die Erarbeitung von Geodatenmodellen empfiehlt. Die Fachverbände leisten durch ihre Vertreter viel Volontariatsarbeit. Durch die langfristige Ausrichtung ist es sogar eine ständige FIG und nicht nur eine temporäre, was die Pflege und Weiterentwicklung der Modelle und Dokumentation gewährleistet. Durch die institutionalisierte, öffentliche Vernehmlassung durch den SIA besteht für die Normen eine hohe Qualitätskontrolle und ausgezeichnete Verankerung in der Praxis.

Diese Organisation hat sich grundsätzlich bewährt. Im Rückblick war der Kontakt zu den Datenmodellverantwortlichen aber unterschiedlich intensiv, da nicht bei allen Fachverbänden der SIA 405-Vertreter auch Einsitz im Gremium für das Fachmodell hatte. Kapitel 4.1 zeigt auf, wie diese Organisationsform in Zukunft verstärkt werden kann und alle Fachverbände in gleichem Masse eingebunden werden können und die Koordination zwischen SIA 405 und Fachmodellen sichergestellt wird.

Medium	Matching LK->LKMap	Umfang LK	Umfang WI	Minimalum- fang WI	Dokumentation Fachmodell Zuständige Fachperson/-gremium
Abwasser	Ja	Ja	Ja	Ja	VSA-DSS für GEP, dss.vsa.ch Für die Datenmodelle beim VSA ist das CC Siedlungsentwässerung zuständig. Ansprechperson ist Stefan Burckhardt
Elektrisch	Ja	Ja	Nein	Nein	VSE Datenmodell Elektrizität (Werkin- formation) https://www.strom.ch/de/me- dia/8281/download Kontaktperson ist Nils Beckhaus
Fernwärme	Ja	Ja	Ja	Nein	https://www.fernwaerme- schweiz.ch/fernwaerme- deutsch/Dienstleistungen/Regel- werk.php Verband Fernwärme Schweiz, Kontakt- person Andreas Hurni
Fernwirkkabel	Ja	Ja	Ja	Nein	SIA 405 2015 – wurde vom SIA auf- grund der Vorgaben in den Medienmo- dellen entwickelt.
Gas	Ja	Ja	Ja	Ja	SVGW Empfehlungen Geografisches Informationssystem (GIS) für Werkdaten Für die Fachdatenmodelle Wasser und Gas ist beim SVGW die Spezial-Ar- beitsgruppe S-AG5 GIS zuständig. Kontaktperson Stefan Henrich
Kommunika- tion	Ja	Ja	Nein	Nein	Swisscom ja – nicht öffentlich. Kontakt- person Andreas Häsler Cablecom ja – nicht öffentlich
Schutzrohr	Ja	Ja	Ja	Nein	SIA 405 2015 – wurde vom SIA auf- grund der Vorgaben in den Medienmo- dellen entwickelt.
Wasser	Ja	Ja	Ja	Ja	SVGW Empfehlungen Geografisches Informationssystem (GIS) für Werkdaten Für die Fachdatenmodelle Wasser und Gas ist beim SVGW die Spezial-Ar- beitsgruppe S-AG5 GIS zuständig. Kontaktperson Stefan Henrich

Tabelle 2: Umfang Fachmodelle

Grafisch lässt sich die obige Tabelle wie folgt darstellen:

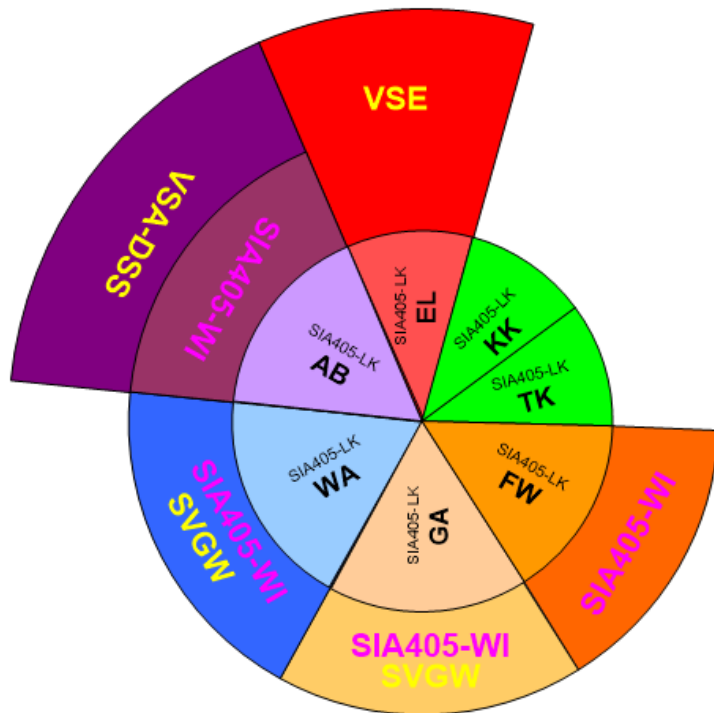


Abbildung 1: Umfang der einzelnen Fachmodelle im Vergleich

2.2.4. Release der Modelle

Publiziert ein Fachverband einen neuen Release seines Modelles, so liefert er die Updates der in der SIA405 publizierten Modelle für die Werkinformationen und/oder Leitungskataster an den SIA, der diese als Updates auf seiner Homepage unter www.sia.ch/405 übernimmt und aktualisiert.

Mit einem Korrigendum sollen auch die Änderungen in Merkblatt 2015 dokumentiert werden. Hier hat sich gezeigt, dass dieser Prozess zu schwerfällig ist und es oft sehr lange braucht, bis der SIA ein Korrigendum publizieren kann. Die Gestaltung der Normen in InDesign mit einem externen Grafiker sind für Objektkataloge äusserst kostspielig, fehleranfällig und zeitintensiv. Hier ist nach schlankeren Lösungen zu suchen und sicherzustellen, dass bei der Publikation eines Korrigendums die Informationen der einzelnen Fachverbände vorliegen und sie diese in einer einheitlichen Form an den SIA liefern können.

2.3. Normaufbau und Inhaltstruktur

2.3.1. Übersicht

Die heutige Norm SIA 405, Ausgabe 2012 umfasst folgende Dokumente:

- Norm-Dokument SIA 405 "Geodaten zu Ver- und Entsorgungsleitungen" (SN 532 405)
- Merkblatt 2015 "Objekt- und Darstellungskataloge zu Ver- und Entsorgungsleitungen"
- Merkblatt 2016 "Datenmodelle zu Ver- und Entsorgungsleitungen"
- Merkblatt 2045 "Geodienste"



Abbildung 2: Übersicht Norm und Merkblätter

Merkblätter sollen nach 5 Jahren entweder in die Norm integriert oder in eine andere Form überführt werden. Dabei gilt es die Vorgaben des SIA zu berücksichtigen, der eine klare Strukturierung in Form von Normen, Merkblättern und Anwendungshilfen (z. B. Wegleitungen) vorgibt. Zum anderen sind auch die Bedürfnisse der Anwender zu eruieren, um die Verbreitung und Anwendung der Norm optimal zu unterstützen. Dabei sollen die heutigen Möglichkeiten der Digitalisierung gebührend berücksichtigt werden.

Gemäss Reglement R200, Art. 3 ff. unterscheidet der SIA folgende Dokumenten-Kategorien:

- Normen
Normen werden gemäss Reglement R200, Art. 3, Abs. 1 unterschieden in technische Normen, Vertragsnormen und Verständigungsnormen. Vertragsnormen spielen im Kontext von SIA 405 keine Rolle. Zu prüfen ist, ob die künftige Norm SIA 405 als technische Norm oder als Verständigungsnorm einzustufen ist. Technische Normen sind Regeln der Baukunde. Sie legen Anforderungen an Baustoffe, Bauteile und Bauwerke fest, die nach dem aktuellen Wissensstand die Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit, die Dauerhaftigkeit sowie einen nachhaltigen Lebenszyklus gewährleisten (R200, Art. 3, Abs. 2). Verständigungsnormen enthalten Definitionen, die der Kommunikation, der Vereinfachung und der Koordination der Zusammenarbeit aller am Bau Beteiligten dienen. Ebenfalls kann festgelegt werden, wie bestimmte Verfahren abzuwickeln, welche Schritte und Elemente zwingend und welche optional sind (R200, Art. 3, Abs. 4).
- Merkblätter
Merkblätter sind gemäss Reglement R200, Art. 4, Abs. 4 Publikationen mit normativem Charakter, welche von einem Gremium des SIA nach einem anerkannten Prozess erarbeitet werden. Durch ihre Anwendung sollen

notwendige Erfahrungen gesammelt werden, welche als Grundlage zur Erarbeitung einer Norm dienen können.

- Anwendungshilfen

Anwendungshilfen werden gemäss Reglement R200, Art. 5, Abs. 1 unterschieden in Wegleitungen und Vertragsformulare. Im Kontext SIA 405 spielen die Vertragsformulare keine Rolle.

Wegleitungen sind Publikationen mit Erläuterungen zur Anwendung von Normen, Ordnungen oder Merkblättern. Sie enthalten keine normativen Festlegungen und sind deshalb nicht Bestandteil des SIA-Normenwerks.

2.3.2. Normdokument

Eine «Norm» im Sinne von Vereinheitlichung von Abmessungen, Qualitäten, Herstellungsverfahren, Sicherheitsanforderungen und Bezeichnungen industrieller und gewerblicher Produkte wird als «technische Norm» bezeichnet. Technische Normen dienen der Vereinheitlichung technischer Sachverhalte. Mit der technischen Norm wird eine Vielzahl von Ausführungsformen eines Erzeugnisses auf eine wirtschaftlich vernünftige Auswahl reduziert. Dadurch lassen sich wirtschaftliche Abläufe wie Konstruktion, Produktion, Vertrieb und Entsorgung eines Produktes rationalisieren.

Nach der Definition der Internationalen Normenorganisation (International Organization for Standardization; ISO) ist eine technische Norm eine "technische Spezifikation bzw. ein Dokument, das der Öffentlichkeit zugänglich ist in Zusammenarbeit mit allen interessierten Kreisen und mit deren Konsens oder allgemeiner Billigung aufgestellt wird, sich auf die vereinten Ergebnisse von Wissenschaft, Technik und Erfahrung stützt, den grössten Nutzen der Allgemeinheit zum Ziel hat und von einem qualifizierten Gremium auf nationaler, regionaler oder internationaler Ebene angenommen wurde".

Das Normdokument SIA 405 wurde bisher eher als technische Norm eingestuft. Sie enthält einerseits technische Spezifikationen wie die Datenmodelle der Fachverbände, die den Stand der Technik repräsentieren (sollten) oder das Darstellungsmodell LKMap, welches die Darstellung des Leitungskatasters vereinheitlichen soll. Die Norm enthält aber auch Inhalte, die der Verständigung dienen, wie beispielsweise die Begriffsdefinitionen (Werkinformation, Leitungskataster) oder die Definitionen zu Bezugshöhen.

Das heutige Normdokument wird fortbestehen und aufgrund der inhaltlichen Schwerpunkte sowohl Aspekte der Technik als auch solche der Verständigung enthalten und damit eine Mischung zwischen technischer Norm und Verständigungsnorm darstellen.

2.3.3. Merkblätter

Die Merkblätter dienen im Verständnis des SIA dazu, Erfahrung zu sammeln, die als Grundlage für die Erarbeitung einer Norm dienen. Merkblätter sind gemäss R200, Art. 8, Abs. 2 5 Jahre gültig. Mit Ablauf der 5 Jahre ist zu entscheiden, ob Merkblätter in eine Norm oder in Wegleitungen überführt werden oder ersatzlos gestrichen werden. Die 3 Merkblätter zur Norm SIA 405 wurden letztmals 2012 revidiert bzw. neu erstellt. Ihre Überprüfung ist somit überfällig. Mit den Merkblättern konnte 8 Jahre Erfahrungen gesammelt werden. Es ist somit zu prüfen, welche Inhalte sich bewährt haben und normativen Charakter haben, damit sie in das Normdokument übernommen werden können. Diejenigen Inhalte der Merkblätter, die nicht in die Norm Eingang finden, sollen in eine neue Wegleitung einfließen. Wegleitungen sind nicht Bestandteil des Normenwerks, müssen aber ebenfalls alle 5 Jahre auf ihre Aktualität überprüft werden.

2.4. Norminhalte

Wie in Kapitel 1.1 beschrieben, wird die Norm heute breit eingesetzt und stösst auf grosse Akzeptanz. Deshalb steht nicht eine komplette Überarbeitung des Inhalts im Vordergrund. Der Inhalt ist aber generell zu überprüfen und bei Bedarf zu aktualisieren bzw. mit neuen Themen zu ergänzen, um bestehende Defizite zu eliminieren.

2.4.1. Inhalt heutiges Normdokument

Das heutige Normdokument hat folgendes Titlraster:

Titlraster Normdokument SIA 405	Titlraster Vorgabe SIA
Vorwort 0 Geltungsbereich 0.1 Abgrenzung 0.2 Normative Verweisungen 1 Verständigung 1.1 Medien 1.2 Zentrale Begriffe 2 Grundlagen 2.1 Geobasisdaten 2.2 Koordination unter den Beteiligten 3 Inhalt und Darstellung von Leitungsdaten 3.1 Daten- und Darstellungsmodelle im Allgemeinen 3.2 Modellierung von Werkinformation 3.3 Leitungskataster und LKMap 3.4 Behandlung von Höhenangaben 4 Datenbewirtschaftung 4.1 Datenerhebung und -nachführung 4.2 Datenqualität 4.3 Datenzugang 4.4 Datennutzung A1 Zusätzliche normative Verweisungen A1.1 Allgemeines A1.2 Bundesgesetze und Verordnungen A1.3 ISO-Normen A1.4 Weitere Dokumente A2 Glossar wichtiger Fachbegriffe und Abkürzungen A3 Amtliche Vermessung und Datengrundlagen A3.1 Georeferenzdaten A3.2 Pläne der amtlichen Vermessung A3.3 Orthofotos A3.4 Bezug der Daten der amtlichen Vermessung	0 Geltungsbereich 0.1 Abgrenzung 0.2 Allgemeine Bedingungen Bau 0.3 Normative Verweisungen 0.4 Abweichungen 0.5 Hinweise zur Anwendung der Norm/der Ordnung/des Merkblatts 1 Verständigung 1.1 Begriffe und Definitionen 1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten 1.3 Indizes 2 Projektierung 3 Berechnung und Bemessung 4 Materialien 5 Ausführung 6 Prüfungen Anhang X Publikationen Anhang Y Verzeichnis der Begriffe fett: obligatorische Inhalte

Tabelle 3: Aufbau und Struktur der Norm

Die nach Vorgabe des SIA obligatorischen Inhalte sind im Normdokument enthalten und müssen so beibehalten werden.

2.4.2. Inhalt der Merkblätter

Die Merkblätter 2015, 2016 und 2045 haben folgende Titlraster:

Titelraster MB 2015	Titelraster MB 2016	Titelraster MB 2045
0 Geltungsbereich	0 Einleitung	1 Einleitung
0.1 Abgrenzung	1 Verständigung	1.1 Übersicht
0.2 Verweisungen	2. Datenmodelle	1.2 Ziele
1 Verständigung	2.1 Allg. Bemerkungen	1.3 Geltungsbereich
2. Objektkataloge und grafische Darstellung	2.2 UML	
2.1 Allg. Hinweise	2.3 UML Klassendiagramme	1.5 Referenzierte Dokumente
2.2 LKMap	2.3.1 UML LKMap	
Objektdiagramm	2.3.2 Abwasser	1.4 Begriffe und Konventionen
Begriffsdefinitionen	2.3.3 Gas	2 Allgemein
Objektkatalog	2.3.4 Wasser	
--	2.3.5 Fernwärme	2.1 Sprache
2.3 Abwasser	2.3.6 Elektrizität	2.2 Koordinatensysteme
2.4 Gas	2.3.7 Kommunikation	2.3 Authority
2.5 Wasser	2.3.8 Fernwirkkabel	3 Darstellungsdienste WMS
2.6 Fernwärme	2.3.9 Schutzrohr	3.1 Übersicht
2.7 Elektrizität	2.12 Sicherheitskorridor	3.2 Bezug zu eCH-0056
2.8 Kommunikation	3 Datenmodelle INTERLIS	3.3 Service-Metadaten
2.9 Weitere Medien	3.1 Allg. Hinweise	3.4 Capability.Request
2.10 Fernwirkkabel	3.2 INTERLIS-Regeln	3.5 Styled Layer Descriptor (SLD)
2.11 Schutzrohr	3.3 Datenaustausch	3.6 VendorSpecificCapabilities / _ExtendedCapabilities
2.12 Sicherheitskorridor	4 Datenreferenzmodelle DXF	3.7 Capability.Layer
3 Erfassen der Werkleutungsinformationen	4.1 Allg. Hinweise	3.8 Capability.Layer.Layer
3.1 Dimensionsangaben	4.2 DXF-Regeln	3.9 Request GetMap
3.2 Höheninformation	4.3 DXF für LKMap	3.10 Request GetFeatureInfo
4 Planmuster	4.4.Datenaustausch	3.11 Layerdefinitionen
4.1 Legende	5 Protokoll Datenaustausch	Anhang A
4.2 Muster Leitungskatasterplan 1:500		Anhang B
4.3 Muster Leitungskatasterplan 1:200		Anhang C

Tabelle 4: Struktur bestehende Merkblätter

2.4.3. INTERLIS-Datenmodelle

Die INTERLIS-Datenmodelle der Werkinformationen wurden mit der Revision 2012 nicht mehr ins Merkblatt 2016 integriert, sondern auf der Homepage des SIA allgemein zugänglich publiziert (www.sia.ch/405). Dort liegen sie in Form einer komprimierten .zip-Datei zum Herunterladen vor. Dies hat den Nachteil, dass Anwendungen die Datenmodelle nicht direkt über das Internet nutzen können (Maschine-zu-Maschine).

Geodienste

In Merkblatt 2045 sind die Geodienste definiert. Die GetFeatureInfo-Response ist eine wichtige Festlegung und soll normativ sein. Zu prüfen ist, ob noch weitere Teile eher normativen Charakter haben und in das Normdokument aufgenommen werden müssen.

Die Praxistauglichkeit ist bisher noch nicht nachgewiesen. Im Rahmen der Revision ist deshalb dieser Aspekt noch genauer zu betrachten.

2.4.4. Begriffe und Definitionen

Die bisherige Norm enthält die Definition von grundlegenden Begriffen. Heute ist es verbreitete Praxis, solche Definitionen strukturiert in einem über das Internet zugänglichen Glossar bereitzustellen. Dies hat den Vorteil, dass in der Anwendung in digitaler Form direkt auf die Definitionen von ganzen Themen, einzelnen Ausschnitten, Attributen oder gar Codelisten referenziert werden kann.

2.4.5. Einheitliche Semantik

Die heutige Norm hat schon viel zu einer einheitlichen Betrachtungsweise und zu einem gemeinsamen Verständnis beigetragen. Es gibt jedoch immer noch Differenzen, z.B. in der Ausprägung von einzelnen Codelisten und deren Bedeutung. Für die gleiche Bedeutung werden teilweise unterschiedliche Begriffe verwendet.

2.4.6. Abgrenzung Leitungskataster und Werkinformation

Sowohl aus Rückmeldungen der Umfrage, diversen Gesprächen und aus dem Workshop vom 30.9.2020 lässt sich ableiten, dass die Positionierung und die Verwendung des Leitungskatasters in Abgrenzung zur Werkinformation nicht bei allen Anwendergruppen klar sind.

In der aktuellen Norm werden sowohl "Leitungskataster" als auch "Werkinformation" definiert. Weiter wird mit Hilfe eines Schalenmodells dargestellt, wie der Leitungskataster und die Werkinformation zusammenhängen. In den Objektkatalogen ist zudem auf Attributebene definiert, welche Inhalte zur Werkinformation gehören und welche zum Leitungskataster.

2.4.7. Geplante Leitungen

Der Leitungskataster wird vor allem in der Koordination von geplanten Vorhaben genutzt. Mit Hilfe des Leitungskatasters können bestehende Leitungen visualisiert und damit Konflikte mit dem eigenen Vorhaben sowie dem Abstimmungsbedarf identifiziert werden. Geplante Leitungen werden per Definition nicht in den Leitungskataster übernommen, sodass die Abstimmung nur auf effektiv vorhandenen Leitungen erfolgen kann.

2.4.8. Vor- und Nachteile der heutigen Dokumente im Überblick

Aus der Umfrage 2017 ergeben sich folgende Vor- und Nachteile der heutigen Dokumentation (nicht abschliessend):

Vorteile

- Klare thematische Gliederung in Norm und mehreren Merkblättern
- Integration der Fachmodelle in die Norm
- Einzige schweizweit verfügbare Definition des Leitungskatasters
- Systemunabhängiger Datenaustausch über INTERLIS

Nachteile

- Uneinheitliche Modellierungstiefe der Fachmodelle
- Uneinheitliche Semantik bezogen auf die Attribute
- Fehlende Check-Services
- Fehlende Abstimmung Fachmodelle mit Datenmodelle (MGDM) auf Stufe Bund und Kanton
- Fehlende Datenmodell-Repository
- Kosten für den Bezug von Norm und Merkblättern
- Fehlende Objekte in den Datenmodellen (z. B. Versorgungsgebiete, Verbindlichkeitsflächen, Baujahrwechsel, Materialwechsel in allen Medien, Sprinkleranlagen)
- Fehlende Attribute/Wertebereiche
- Projektierte Leitungen nicht enthalten
- Fehlende/unvollständige Symbolik
- Nicht praxisgerechte 3D-Definitionen
- Fehlender BIM-Bezug

2.5. Modellierung

2.5.1. 3D

Der Bedarf an 3D-Daten ist aus der Umfrage und aus dem Workshop deutlich spürbar und unbestritten. Die Daten des Leitungskatasters und der Werkinformationen werden heute meist schon in 3D im Feld erhoben. Die Z-Koordinate wird aber oft nicht weiterverwendet.

Die GIS-Systeme verfügen heute alle über die 3D-Datentypen, welche für die Speicherung von 3D-Daten nötig sind. Die meisten davon erlauben es, den 3D-Datentyp zu verwenden, dabei jedoch die Z-Koordinate einfach wegzulassen.

In INTERLIS gibt es die Möglichkeit, entweder 2D-Daten oder 3D-Daten zu modellieren. 3D Daten mit leerem z-Wert sind nicht möglich. Es gibt damit kein Gefäss, wo 2D und 3D-Koordinaten gemeinsam verwaltet werden können, ohne dass man bei fehlendem z-Wert 0.00 einfüllt. Damit kann man aber nicht unterscheiden, ob die z-Koordinate fehlt (weil sie nie erfasst wurde) oder unbekannt ist (weil man nicht herausgefunden hat, welchen Wert sie hat)¹. Datenbanken haben heute die Möglichkeit, 3D Koordinaten auch mit z = NULL abzufüllen (z.B. Postgres mit postgis).

¹ Bei Wertebereichen kann man auch entweder keinen Wert wählen (leer), einen Wert oder den Wert unbekannt. Dito gibt es z.B. bei Baujahr die Vereinbarung, dass der tiefste Wert des Wertebereiches (z.B. 1800)

In der aktuellen Version 2.4 von INTERLIS wurden in einem neuen «Basismodul 3D» zusätzliche Datentypen für die einfache Modellierung von Volumenkörpern vorgeschlagen. Die Vernehmlassung dieses Basismodules läuft noch bis Mitte März 2021.

2.5.2. 4D: temporale Aspekte

Neben der reinen Katasterinformation ist der Bedarf an temporalen Aspekten wichtig. Dabei sind zwei Zeitaspekte von besonderer Bedeutung:

- Seit wann existiert das Infrastrukturobjekt (Datum der Inbetriebnahme oder Baujahr)? → Existenz
- Seit wann weiss der Nutzer, dass es das Infrastrukturobjekt gibt (Erfassungsdatum, Planungsdatum, ...)? → Wissen

Die Kombination der Zeitaspekte Existenz und Wissen stellt sicher, dass ausgehend vom Stichtag der Betrachtung der dann gültige Kataster dargestellt werden kann.

2.5.3. 5D: zeitlich abhängige, zusätzliche Eigenschaften (z.B. LifeCycle-Status)

Der Status über den Betriebszustand (in Betrieb, ausser Betrieb) soll erweitert werden. Es bestehen Bedürfnisse, auch geplante Leitungen im Leitungskataster abzubilden. Je nachdem müsste dazu auch der Wertebereich des Status bei den einzelnen Medien erweitert oder harmonisiert werden. In den Werkinformationen ist aber bei vielen Medien der Wert *geplant* vorhanden.

Heute werden im LK Leitungen sowohl in Betrieb als auch tote Leitungen dargestellt.

2.5.4. Eigentümer und Zuständigkeiten

Die Abbildung von Eigentümerinformationen und weiteren Zuständigkeiten (z.B. Werkeigentümer, Betreiber, Datenherr, Datenlieferant, Verantwortlicher Instandhaltung etc.) ist heute nur rudimentär über ein Textattribut möglich. Mit dieser rudimentären Abbildung sind die effektiven Zuständigkeiten und Beziehungen zum Kataster und der Verantwortlichkeiten Datenmanagement nicht definierbar. Im Hinblick auf einen möglichen Leitungskataster Schweiz können die Informationen über die Eigentümer in dieser Form nicht konsolidiert werden.

Die Eigentümer werden heute nicht übergeordnet definiert, sondern finden sich redundant in den verschiedenen Systemen wieder.

2.5.5. Abbildung von Flächen

Neben dem eigentlichen Leitungskataster sind verschiedene Anforderungen für die Abbildung von zusätzlichen Daten im Leitungskataster genannt worden. So sollen z. B. Werkareale oder Projektierungsperimeter mithilfe einer Flächengeometrie dargestellt werden.

2.5.6. Metadaten

Die Nutzung von Metadaten ist in der bisherigen Norm noch nicht gross beachtet worden. Es ist im Rahmen der Revision zu prüfen, inwiefern die Metadaten mit aufgenommen werden sollen (GM03/ISO19115).

2.6. Publikation der Norm

Gemäss bisheriger Praxis müssen SIA-Normen von den Anwendern gekauft werden, wobei verschiedene Bezugsoptionen (Kauf als Einzelexemplar in Papierform, über ein digitales Normen Abo als Einzelexemplar oder im Gesamtabonnement) zur Verfügung stehen. Für den Zeitraum 2012 – 2020 ergibt sich folgende Verkaufsbilanz (Quelle SIA):

- Normdokument, deutsche Version 783 Exemplare
- Normdokument, französischer Version 130 Exemplare
- Merkblatt 2015, deutsche Version 565 Exemplare
- Merkblatt 2015, französische Version 122 Exemplare
- Merkblatt 2016, deutsche Version 532 Exemplare
- Merkblatt 2016, französische Version 114 Exemplare
- Merkblatt 2045, deutsche Version 522 Exemplare
- Merkblatt 2045, französische Version 116 Exemplare

Was die Zielgruppen der Norm betrifft, spricht sie einen grossen Kreis an. Dazu zählen:

- Architektur- und Ingenieurbüros (rund 25'000 Büros schweizweit)
- Werkbetreiber
- Verwaltungsstellen auf Stufe Kanton/Bund (z. B. GIS-Koordinationsstellen, Tiefbauämter)

Da verschiedene Stellen die Erarbeitung von Grundlagen zur Revision der Norm finanziell unterstützen, stellt sich die Frage, wie dies entsprechend gewürdigt werden kann, wenn diese Stellen selbst Anwender der Norm sind. Zudem gibt es Forderungen aus der Praxis, die eine öffentliche und frei zugängliche Verfügbarkeit von mindestens gewissen Inhalten fordern. Das Geschäftsmodell des SIA sieht aktuell keine Möglichkeit vor, Normen kostenlos anzubieten. Es sind auch keine Fälle bekannt, wo die Norm dem SIA "abgekauft" worden ist. Im Jahr 2011 hat der SIA auch ein Gesuch der Kantonschemiker abgelehnt, die Norm 285.9 betreffend Hygiene in Schwimmbädern frei verfügbar zu machen.

Selbst bei Normen, die explizit in einem Rechtserlass des Bundes genannt werden, müssen die Nutzer die entsprechende Norm käuflich erwerben oder sie können sie alternativ kostenlos bei der Geschäftsstelle des SIA einsehen. Das ist zum Beispiel in Art. 31a der Lärmschutz-Verordnung des Bundes (SR 841.14) der Fall, wo explizit die SIA-Norm 181 als verbindlich erklärt wird. Dort steht in der Fussnote der Verordnung: *Die aufgeführte Norm kann beim Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA), Selnastrasse 16, 8027 Zürich, kostenlos eingesehen oder unter www.sia.ch gegen Bezahlung bezogen werden.* Daneben gibt es diverse weitere, analoge Beispiele aus kantonalen Rechtserlassen, wo auf eine SIA-Norm referenziert wird.

Für diesen Interessenkonflikt sind mögliche Lösungsansätze zu entwerfen.

2.7. Einführung und Anwendung der Norm

Die Norm SIA405 ist bei einer Mehrheit des Zielpublikums bekannt und wird auch angewendet. Vor allem im GIS Bereich wird sie als hilfreich, passend, zweckmässig und anwendbar beurteilt. Noch wird die Baubranche zu wenig erreicht. Hier soll gerade im Hinblick auf BIM der Austausch gesucht werden, da der Ursprung von neuen und veränderten Werkleitungsdaten bei den Projektingenieuren (Bauingenieuren) liegt.

Ich finde die aktuelle Norm SIA405 ... / Je trouve que la norme actuelle SIA405 ...



Abbildung 3: Auswertung Meinung zu SIA 405

LKMap als gemeinsames Darstellungsmodell und die Einführung von Höhen 2.5D / 3D im Release 2012 werden als wichtige und bewährte Neuerungen beurteilt. Noch wenig angewendet wird Merkblatt 2045 Web Map Services (WMS). Ebenfalls durchgesetzt hat sich INTERLIS 2, und der Aufhebung der alten Datenmodelle in INTERLIS 1 wird nicht nachgetrauert. Da INTERLIS ausserhalb des Vermessungs- und GIS Bereichs noch wenig bekannt ist, braucht es hier zusätzliche Ausbildung bei Bauingenieuren und Architekten bezüglich einfacher Nutzung der Daten in INTERLIS. Hier kann schon jetzt, und bevor eine neue Revision umgesetzt ist, ein Angebot geschaffen werden (siehe auch Kapitel 6). Auch die Schaffung eines zentralen Prüfdienstes - egal ob durch SIA, KKGeo, Kantone oder Bund - könnte den Datenaustausch zwischen verschiedenen Nutzergruppen fördern und v.a. eine einheitliche Qualitätsprüfung sicherstellen.

In der Umfrage von 2017 zur letzten Publikation der SIA405 (2012) wird aber auch geäussert, dass sie einer Überarbeitung bedarf. Neben dem Einbezug von 3D und BIM sollte auch der Bezug zu Unterhaltsmanagementsystemen angeschaut werden.

Als Herausforderung bei der Anwendung werden folgende Punkte genannt:

Welches sind Ihre grössten Schwierigkeiten bei der Anwendung der SIA405? / Quelles sont vos plus grandes difficultés lors de l'utilisation de SIA405?



22

Weitere Rückmeldungen (nicht in der Grafik sichtbar):

Unterschiede der Medien, L'usage de valeurs textuelles à la place de codes numériques pour le modèle de données, l'accessibilité et le partage de l'information, Kosten, Zugang zur Norm, Erhalten der aktuellen Norm, Der Empfänger hat kein Zugang, Keine oder unvollständige Datenlieferung, Verbreitung unter Mitarbeiter, Trägheit gegenüber Realität, Fehlendes gemeinsames Glossar, Ne couvre pas certains besoins d'exploitation, Zu viele Versionen, nur GIS Menschen kennen die Norm, INTERLIS nur in der CH bekannt, Precision model integration, Fehlendes commitment, kostenpflichtig, Trop simpliste, Klare LV95 Modelle, Eindeutige Objekt ID, Modellvielfalt.

Abbildung 4: Auswertung Meinung zur Anwendung SIA 405

Weitere Resultate finden sich im Anhang.

2.8. Wechselwirkung zwischen Fachmodellen und LK

Die Abstimmung des Leitungskatasters mit den Branchenmodellen ist aufgrund von unterschiedlichen Nachführungszeitpunkten schwierig. Die einzelnen Modelle entwickeln sich unterschiedlich schnell, haben aber trotzdem eine gegenseitige Wechselwirkung.

Das Merkblatt 2016 wird wie folgt bereitgestellt:

Medium	INTERLIS Modell	Umfang	Redundanz
Abwasser	SIA405_Abwasser	WI Modell	Wird auch vom VSA publiziert
Elektrisch	SIA405_Elektrisch	LK	WI wird auch vom VSE publiziert
Fernwärme	SIA450_Fernwaerme	WI	
Fernwirkkabel	SIA405_Fernwirkkabel	WI	
Gas	SIA405_Gas	WI	WI wird auch vom SVGW publiziert
Kommunikation	SIA450_Kommunikation		
Schutzrohr	SIA405_Schutzrohr	WI	
Wasser	SIA405_Wasser	WI	WI wird auch vom SVGW publiziert
Leitungskataster	LKMap	Darstellungsorientiertes Modell für Leitungskataster über alle Medien	

Tabelle 5: Umfang MB 2016

2.9. Einflüsse aus dem Umfeld

2.9.1. LK Schweiz

Die Norm SIA 405 und deren Merkblätter finden verbreitet Anwendung bei Werken, Gemeinden und nicht zuletzt auch bei verschiedenen Kantonen, die den Leitungskataster schon umgesetzt haben oder diesen aufbauen. Der Bund - unter der Federführung von swisstopo - arbeitet zurzeit am Projekt LKCH. Gemäss Bericht Leitungskataster Schweiz (Vernehmlassung 2019) soll der "künftig geforderte Standard der LK-Daten sich – mit allfällig notwendigen Anpassungen – am Geodatenmodell LKMap gemäss der SIA Norm 405 orientieren." Swisstopo ist deshalb sehr interessiert daran, dass die Weiterentwicklung der Norm SIA 405 in Abstimmung mit den laufenden Entwicklungen im LKCH geschieht.

2.9.2. LK grenzüberschreitend

Bei grenzüberschreitenden Projekten stellt man fest, dass die benachbarten Länder nicht über Standards für Werkleitungen und Leitungskataster verfügen. Als Basis wird deshalb oft die SIA 405 auch grenzüberschreitend

verwendet. Da INTERLIS als Modellierungssprache nur in der Schweiz angewendet wird, kann jedoch nicht INTERLIS als Transferformat verwendet werden. Daraus folgt:

- Die Normierungsarbeit in der Schweiz muss bezüglich Datenmodellen keine Rücksicht auf die Nachbarländer nehmen.
- Um die grenzüberschreitenden Arbeiten zu erleichtern, ist der Datenaustausch unabhängig von INTERLIS zu ermöglichen.

2.9.3. Terminologie

Die Terminologie ist der wichtigste Aspekt, um eine einheitliche Semantik herbeizuführen. Auf europäischer Ebene existieren mehrere Normen, die im Zusammenhang mit den unterirdischen Leitungen stehen. Wo möglich und sinnvoll, ist die Terminologie der SIA 405 mit diesen abzustimmen.

2.9.4. Weiterentwicklung INTERLIS

INTERLIS wird laufend weiterentwickelt. Aktuell publiziert ist die Version 2.4. Am Spirgartentreffen 2020 wurde das Ergebnis der Arbeitsgruppe Basismodul 3D vorgestellt. Die Arbeitsgruppe stellte die 3D-Datentypen vor, welche als Erweiterung in INTERLIS 2.4 zur Verfügung gestellt werden sollen. Die Ergebnisse sollen in der Überarbeitung berücksichtigt werden.

2.9.5. Weiterentwicklung Webdienste

Der Bezug von Inhalten über Webdienste nimmt weiterhin laufend zu. Das Open Geospatial Consortium (OGC) prägt dabei seit vielen Jahren die Standardisierung von Geodiensten wie WMS oder WFS. Seit der Erarbeitung des Merkblatts 2045 sind verschiedene weitere Dienste entstanden oder werden noch erarbeitet. Zu den inzwischen gängigen Standards gehört z.B. JSON, das als sehr schlankes Format die zu übermittelnde Datenmenge im Vergleich zu XML-lastigen Geodiensten stark reduziert.

Aus der aktuellen OGC Standards Roadmap sind auch einige weitere interessante Initiativen ersichtlich. Im Hinblick auf die Revision und Überarbeitung des Merkblatts 2045 sind hier die bereits verfügbaren Standards zu prüfen und, wo sinnvoll, zu übernehmen.

Progress of Official OGC Standards & Community Standards 2021-03-27



















































	SWG Work / Work Item	OAB Review	OGC-NA Review	Public Review	Prepare for Approval	TC Approval to Vote	TC Vote	PC Vote	Public Release
Proposed Standards									
 Abstract Spec Topic 0 04-084		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 Abstract Spec Topic 2 - Referencing by Coordinates 18-005		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 Abstract Spec Topic 20 - Observations, Measurements and Samples 20-082		✓	✓	✓	✓	⚠			
 Abstract Spec Topic 21 - DGGS v. 2.0 20-040		✓	✓	✓	✓	✓	✓	⚠	
 Abstract Spec Topic 22 - Tiling 19-014		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 Abstract Spec Topic 6 - Schema for coverage geometry and functions		⚠							
 CDB 1.2		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⚠
 CDB 2.0		⚠							
 CityGML 3.0		✓	✓	✓	⚠				
 CityJSON		✓	✓	✓	⚠				
 Common Object Model Container SWG		⚠							
 Coverage Implementation Schema - ReferenceableGridCoverage Extension 1.1 16-083e		✓	✓	✓	⚠				
 EO Extension for OpenSearch 13-025e		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 EO Product Metadata GeoJSON/JSON-LD Encoding 17-003		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 GeoAPI 09-083r4		⚠							
 GeoPackage 1.3 12-128r16		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⚠
 GeoPose		⚠							
 GeoTIFF 19-008		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 GroundwaterML2 v2.3 19-013		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⚠
 HDF5 Core 18-043		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 HDF5 Core 18-043		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 IMDF 19-089		✓	✓	✓	✓	✓	✓	⚠	
 IndoorGML 1.1 19-011		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 MetOcean Profile and Extensions to WCS 2.1 15-045, 15		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⚠
 Moving Features Encoding Extension - JSON 19-045		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 OGC API - Common 19-072		✓	✓	✓	✓	⚠			
 OGC API - Coverages		⚠							
 OGC API - Environmental Data Retrieval 19-086		✓	✓	✓	✓	⚠			
 OGC API - Features - Part 1: Core 17-069		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 OGC API - Features - Part 2: Coordinate Reference System by Reference 18-058		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 OGC API - Features - Part 3: Filtering and the Common Query Language (CQL) 19-079		✓	✓	⚠	⚠				
 OGC API - Features - Part 4: Create, Replace, Update and Delete 20-002		⚠							
 OGC API - Features - Part 5: OpenAPI 3.1		⚠							
 OGC API - Maps		⚠							
 OGC API - Processes		✓	✓	✓	✓	⚠			
 OGC API - Records		⚠							
 OGC API - Styles		⚠							
 OGC API - Tiles		⚠							
 OGC Coverage Implementation Schema - ReferenceableGridCoverage Extension 19-083e		✓	⚠						
 OpenFlight 16.0		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 OpenSearch GeoJSON/JSON-LD Response Encoding 17-047		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 PipelineML 18-073		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 Semantic Sensor Network Ontology 18-079		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 SensorML 2.1 12-000r1		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 SensorThings API 1.1 - Part 1 18-088		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⚠
 Symbology Conceptual Model: Core 18-067		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 Time Ontology in OWL 18-071		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 TimeseriesML 1.3 15-042e		✓	✓	✓	✓	✓	✓	⚠	
 Two Dimensional Tile Matrix Set 17-083		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 Well Known Text Representation of Coordinate Reference Systems 18-010		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Abbildung 5: Roadmap OGC Standards

2.9.6. BIM

Die Einführung von BIM nimmt seit einiger Zeit Fahrt auf. Darunter wird einerseits BIM als Methode in der Abwicklung von Projekten verstanden, andererseits auch die für die Planung und Abwicklung nötigen 3D-Bestandsmodelle der Infrastruktur. Dies wird an verschiedensten Stellen sichtbar:

- Grosse Infrastruktureigentümer (insbesondere Bund und Kantone) haben eine umfassende BIM-Strategie erarbeitet (z.B. SBB, ASTRA) oder sind an der Erarbeitung einer solcher (diverse Kantone). Ziel dieser Strategien ist es, in den nächsten Jahren Infrastrukturprojekte im Hoch- und Tiefbau vollständig nach der BIM-Methode abzuwickeln.
- Die Digitalisierung der Prozesse im Erhaltungsmanagement nimmt auch deutlich zu, da die Infrastruktureigentümer die in den BIM-Projekten anfallenden Daten auch im Betrieb der Anlage nutzen möchten.
- Diverse Hochschulen haben BIM-Kurse und BIM-Studiengänge in ihr Ausbildungsprogramm aufgenommen.
- Verschiedene Fachverbände haben interne Arbeitsgruppen ins Leben gerufen, die Leitfäden zu BIM erarbeitet (z.B. VSA)

Die Einordnung bzw. Abgrenzung der SIA 405 zur BIM-Thematik muss deshalb bei der Revision zwingend betrachtet werden. Insbesondere ist die Frage zu klären, ob und wie die Anforderungen an die 3D-Modelle für BIM auch für den Leitungskataster gelten.

2.9.7. Technologische Entwicklungen

Heutige Datenerhebungsmethoden bieten neue Möglichkeiten den Bestand festzuhalten, z. B. mit 3D-Punktwolken oder 3D-Bildern. Für diese Datentypen fehlen heute im Leitungskataster die nötigen Strukturen.

3. Ziele

Organisation

Das Zusammenspiel zwischen der Kommission SIA 405 und den Modellverantwortlichen der Fachverbände muss verbessert werden.

Normaufbau und Inhaltsstruktur

Der Normaufbau mit der Norm als zentrales Dokument und den Merkblättern hat sich bewährt. Für die nächste Version sind die verschiedenen Publikationsformen (Norm, Merkblätter, Wegleitungen) etc. zu prüfen und zu nutzen, da die bestehenden Merkblätter gemäss Vorgaben der SIA abgelöst werden müssen.

Norminhalte

Die Norminhalte des Leitungskatasters entsprechen den Bedürfnissen. Die Abgrenzung LK-WI soll erhalten bleiben. Das Zusammenspiel und die Verantwortlichkeiten der WI ist weiter zu detaillieren. Die Norm soll eine für alle LK und WI einheitliche Semantik festlegen.

Modellierungsfragen

Die Tendenz in Richtung 3D ist unbestritten. Jedoch gibt es heute mehrere Konzepte, wie Objekte in 3D modelliert werden sollen. Die Norm muss für den Leitungskataster die geeigneten Vorgaben definieren. Die Norm muss ein Gefäss für zukünftige Themen wie z.B. georeferenzierte Bilddaten bieten.

Publikation der Norm

Die Publikation der Norm muss niederschwellig sein, damit sie breit beschafft wird. Datenmodelle müssen in einer besser geeigneten Form (mit einem Model-Repository) publiziert werden, damit die Nutzung vereinfacht wird.

Einführung der Norm

Die Analyse zeigt einige Defizite im Know-How der Anwender im Vergleich zum Verwendungszweck gemäss Idee der Norm. Mit der Einführung wird den Beteiligten die Anwendung der Norm klar erläutert.

Anwendung der Norm

Der Erfahrungsaustausch zwischen Normverfassern und den Anwendern muss sichergestellt werden.

Weiterentwicklung der Norm

Die Digitalisierung schreitet schnell voran. Die Trends und Tendenzen sind zu beobachten und bei Bedarf laufend in die Norm zu integrieren (z.B. mittels zusätzlicher Merkblätter oder Modellerweiterungen).

Handlungsbedarf aus Umwelteinflüssen

Die allfällige Einführung eines LKCH muss in Abstimmung mit der SIA 405 erfolgen.

4. Konzept und Lösungsansätze

4.1. Organisation

4.1.1. Stossrichtung

Um die Verantwortlichkeiten klar zu regeln und diese auch für die Nutzer transparent und nachvollziehbar zu machen wird folgende Stossrichtung für die Revision verfolgt: die Fachmodelle werden aus der Norm SIA405 entlassen und somit wieder klar in die Hände und Verantwortung der Fachverbände gelegt. Die notwendige Abstimmung mit den Fachverbänden darf dabei nicht verloren gehen und muss mit geeigneten Massnahmen und Instrumenten sichergestellt werden.

Zudem muss bei den Fachverbänden das Bewusstsein geschärft werden, dass die Pflege und die Weiterentwicklung der Fachmodelle eine Daueraufgabe ist. Nur so ist gewährleistet, dass die Fachmodelle einerseits mit der allgemeinen technischen Entwicklung Schritt halten, andererseits mit anderen Datenmodellen, die auf verschiedenen Ebenen (Bund, Kantone) entstehen, abgestimmt werden können.

4.1.2. Zusammensetzung der Kommission

Die in Kap. 2.2.1 aufgezeigte organisatorische Aufstellung hat sich bisher bewährt und soll fortgesetzt werden. Der Austausch mit den Modellverantwortlichen der Fachverbände soll aber noch intensiviert und institutionalisiert werden.

4.1.3. Aufgaben und Zuständigkeiten der Kommission

Aus den Erwägungen der vorhergehenden Kapitel zeichnet sich ein Paradigmenwechsel ab, indem sich die Norm auf den Leitungskataster (LKMap) und koordinierende Aufgaben (Content- Hub, "WIKI") fokussiert und sich damit klar zu Werkinformationen und zur BIM-Welt abgrenzen kann. In der Norm und den Merkblättern werden somit keine Fachmodelle mehr publiziert. Die Pflege und die Publikation der Fachmodelle liegen einzig in der Verantwortung der Fachverbände. Ebenfalls sind allfällige Schnittstellen von den Werkinformationen (Fachmodellen) in die BIM-Welt von den Fachverbänden sicherzustellen.

Die geplante **organisatorische und inhaltliche Abgrenzung zwischen Leitungskataster - Werkinformationen und der BIM-Welt** kann schematisch wie folgt dargestellt werden:

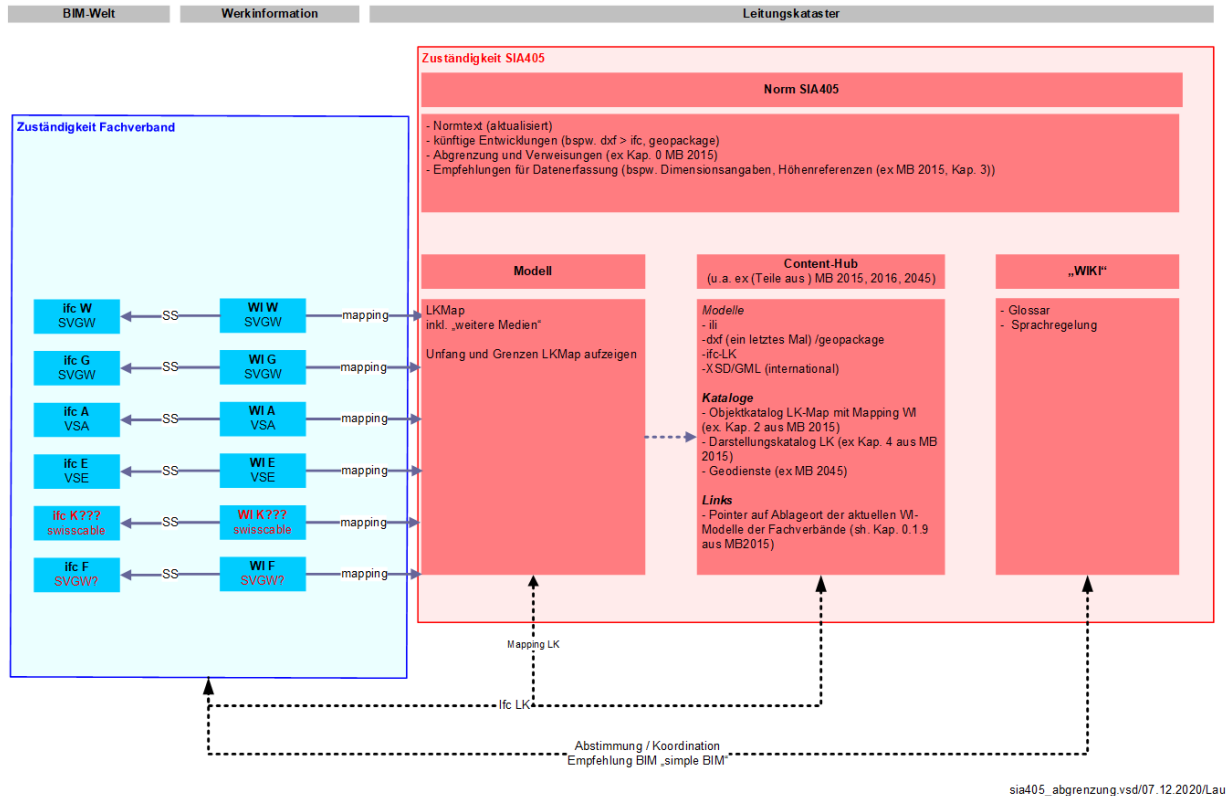


Abbildung 6: Darstellung der Zuständigkeiten

4.1.4. Einbezug Fachverbände / Modellverantwortung / Matching WI > LKMap

Der Austausch mit den Modellverantwortlichen der Fachverbände muss sichergestellt bzw. institutionalisiert werden. Als erstes müssen deshalb die Modellverantwortlichen (Gremien, Personen) pro Fachverband bestimmt – sofern noch nicht erfolgt – und bspw. auf einem "WIKI" transparent gemacht werden.

Diese Modellverantwortlichen sind verantwortlich für das Matching von Werkinformation zu LKMap und müssen fachverbandsintern einen regelmässigen Austausch mit dem Vertreter in der Kommission SIA405 pflegen. An den Kommissionsitzungen muss sich ein Standard-Traktandum dem Austausch zwischen Fachmodell-Verantwortlichen und Vertretern der Kommission SIA405 widmen.

Auch wenn die Fachverbände ihre Modelle (LK, WI und weitergehende Fachmodelle) in Zukunft selber publizieren, so müssen sie dennoch sicherstellen, dass ein jederzeit aktuelles Matching auf LKMap vorhanden und verfügbar ist und dass diejenigen Fachverbände, die ein Datenmodell über den Umfang WI besitzen, dieses weiterhin als Subset SIA405_Medium publizieren. Diese haben sich in der Praxis etabliert und sind insbesondere im Bereich Abwasser und Elektrizität wichtig.

Folgender Prozessablauf soll sicherstellen, dass die Koordination zwischen SIA405 und den Fachverbänden gut läuft:

Modellrevision durch Fachverband

Fachverband		SIA405
Fasst Modellrevision ins Auge (Zeithorizont)	→ Information	Sammelt Revisionsvorhaben der Fachverbände (mind. jährliche Umfrage bei den Verbandsmitgliedern, wiederkehrendes Traktandum)
Definiert Umfang Modellrevision	← Information über Koordinationsthemen	Identifiziert Koordinationsthemen bezüglich Modellierung und führt Buch über offene Punkte (z.B. Umsetzung 3D, Vereinheitlichung Begriffe, ...)
Festlegen Start Modellrevision	→ Information	
Modellrevision	→ Entwurf neues Modell und Matching auf LKMap	Prüfung und Feedback bezüglich Umsetzung Koordinationsthemen und Auswirkungen auf LKMap
Modellüberarbeitung	← Feedback	
	→ bereinigte Version	Anpassung LKMap
	← Abgleich →	
	→ Finales Modell	OK zur Publikation
Publikation:	← Freigabe	Abstimmung Publikationszeitpunkt
neuer Release Fachmodell auf Repository Fachverband		Publikation Patch LKMap Modell
Modelldokumentation und Matching		Korrigendum oder Neupublikation Wegleitung wo LKMap dokumentiert ist

Tabelle 6: Ablauf Modellrevision durch Fachverband

Modellpatch durch Fachverband

Fachverband		SIA405
Fasst Modellpatch ins Auge	→ Information	Sammelt Informationen zu Modellpatches der Fachverbände (laufend)
Definiert Umfang Modellpatch	← Information über weitere Vorhaben	
Entwurf Modellpatch	→ Entwurf Modellpatch und Matching auf LKMap	Prüfung Auswirkungen auf LKMap
Allfällige Modellüberarbeitung		Falls ja
Publikation	← Freigabe	Falls nein
neuer Patch Fachmodell auf Repository Fachverband		Falls notwendig Publikation Patch LKMap Modell
Modelldokumentation und Matching		

Tabelle 7: Ablauf Abstimmung mit SIA 405

Hier wäre es von Vorteil, wenn die Fachverbände die aktuellen Objektkataloge aus MB2015 selbst bearbeiten und publizieren könnten. Gefahr ist, dass dies vergessen wird und Anwender der SIA405 wieder bei 7 verschiedenen Organisationen nach Korrigenda suchen müssen.

Wenn hier eine ähnliche zentrale – dezentrale Möglichkeit geschaffen werden könnte wie mit den INTERLIS Repositorien², wäre das hilfreich.

4.2. Normaufbau und Inhaltstruktur

4.2.1. Generell

- Das Normdokument wird aktualisiert und inhaltlich ergänzt.
- Die bestehenden Merkblätter zur Norm SIA 405 werden aufgelöst. Der normative Inhalt wird in das Normdokument übernommen. Die übrigen Inhalte fließen in eine neue Wegleitung (ev. auch mehrere) ein.

² INTERLIS verfügt über die Möglichkeit einer Datenmodell-Ablage (Model Repository). Ein Repository (englisch für Lager, Depot oder auch Quelle) ist ein verwaltetes Verzeichnis zur Speicherung und Beschreibung digitaler Objekte für ein digitales Archiv. Das Konzept des INTERLIS Model Repository sieht vor, Datenmodelle als http-Resource nutzbar zu machen. Dabei werden die INTERLIS-Modelldateien auf einem Webserver abgelegt und können von dort direkt benutzt werden (z. B. von Programmen). Der Vorteil für einen Benutzer liegt darin, dass die Modelldateien und evtl. weitere importierte Datenmodelle nicht lokal vorhanden sein müssen.



Bei der Überarbeitung des Inhalts gilt es zu beachten, dass nur Inhalte in die Norm einfließen, die normativen Charakter haben und durch den SIA tatsächlich normiert werden können. Der Inhalt für die revidierte Norm könnte wie folgt aussehen, wobei die Reihenfolge des thematischen Teils aufgrund von neuen Inhalten noch anzupassen ist.

4.2.2. Allgemeiner Teil

Vorwort

- Erläuterung der Gründe für die Revision
- Beschreibung des Zwecks der revidierten Norm
- Hinweise auf die wichtigsten Änderungen

0 Geltungsbereich

Das Kapitel "Geltungsbereich" legt das Thema der Publikation und den behandelten Sachverhalt wie auch die Grenzen der Anwendbarkeit der Publikation oder einzelner Teile davon fest. Der Geltungsbereich darf keine Anforderungen enthalten.

- 0.1 Abgrenzung
- 0.2 Normative Verweisungen
- 0.3 Hinweise zur Anwendung der Norm

1 Verständigung

Das Kapitel «Verständigung» ist obligatorisch, wenn im Text der Publikation Fachausdrücke verwendet werden, die im allgemeinen Sprachgebrauch nicht zweifelsfrei verständlich sind, oder wenn spezifische Bezeichnungen oder Abkürzungen wiederholt verwendet werden. In diesem Kapitel sind nur Fachausdrücke mit ihren Definitionen, Symbolen und Einheiten sowie Abkürzungen zu regeln, die im Text der Publikation verwendet werden. Das Kapitel darf keine Anforderungen enthalten.

- 1.1 Begriffe und Definitionen

4.2.3. Thematischer Teil

Im thematischen Teil liegt der Fokus ausschliesslich auf dem Leitungskataster bzw. LKMap. Die bisherigen Inhalte zu den Werkinformationen liegen in der Verantwortung der Fachverbände und werden deshalb nicht mehr in den Normdokumenten der SIA 405 geführt. Dazu gehören die medienspezifischen UML-Diagramme, Objektkataloge, INTERLIS-Datenmodelle sowie das Mapping der Werkinformationen auf LKMap. Es ist aber sicherzustellen, dass diese Informationen und die entsprechende Dokumentation in gleicher Qualität weiterhin geführt und nachgeführt werden und dass das Mapping auf LKMap jederzeit sichergestellt ist.

- 2 LKMap
 - 2.1 Objektkatalog
 - 2.2 Darstellung
 - 2.3 Weitere Medien
 - 2.4 Fernwirkkabel
 - 2.5 Schutzrohr
 - 2.6 Sicherheitskorridor
- 3 UML-Diagramme
 - 3.1 UML LKMap
 - 3.2 UML Fernwirkkabel
 - 3.3 UML Schutzrohr
 - 3.4 UML Sicherheitskorridor

In der Phase der Normrevision ist zu klären wo genau das Mapping zwischen WI und LK publiziert wird.

4.2.4. Wegleitung

Alle Inhalte, die nicht normativen Charakter haben, sollen neu in einer oder evtl. mehreren Wegleitungen (SIA 40xxx) einfließen. Der Inhalt für die neue Wegleitung könnte wie folgt aussehen, wobei die Reihenfolge des thematischen Teils aufgrund von neuen Inhalten noch anzupassen ist:

Allgemeiner Teil

- Vorwort
- 1 Einleitung
 - 1.1 Ausgangslage
 - 1.2 Zielsetzungen
 - 1.3 Zielgruppen
- 2 Verständigung
- 3 Anwendung dieses Dokuments
 - 3.1 Allgemein
 - 3.2 Erläuterungen X
 - 3.3. Erläuterungen Y

Thematischer Teil

- Objektkataloge
 - Allg. Hinweise
 - Objektdiagramm
 - Definitionen
- Erfassungsregeln
 - Dimensionen
 - Höhen
- Planmuster
 - Legende
 - Planmuster 1:500
 - Planmuster 1:200
- UML
 - Allg. Hinweise
- INTERLIS
 - Allg. Hinweise
 - Regeln
 - Datenaustausch
- DXF
 - Allg. Hinweise
 - Regeln
 - Datenaustausch
- Protokoll Datenaustausch
- Darstellungsdienst WMS
 - Allg. Hinweise
 - Sprache

- Koordinatensysteme
- Authority
- Übersicht
- Bezug zu eCH-0056
- Service-Metadaten
- Capability.Request
- Styled Layer Descriptor (SLD)
- VendorSpecificCapabilities /
- ExtendedCapabilities
- Capability.Layer
- Capability.Layer.Layer
- Request GetMap
- Request GetFeatureInfo
- Layer Definitionen

4.3. Norminhalte

4.3.1. Semantik

Die Tabellen, Attribute und Ausprägungen der Codelisten sind im Detail zu untersuchen und für die Revision der SIA 405 zu vereinheitlichen. Die in der SIA 405 definierte Semantik soll später auch von den Branchemodellen angewendet werden.

4.3.2. Verwendungszweck

Für die Revision der SIA 405 ist der Verwendungszweck deutlicher darzustellen, zum Beispiel mit einer Einordnung des Leitungskatasters und der Werkinformation in einer Lifecycle-Darstellung und der Beschreibung der Verwendung von Leitungskataster und Werkinformation in den verschiedenen Prozessen.

Auch die rechtliche Bedeutung der Norm ist genauer zu definieren. Die Norm als solches ist nicht rechtsverbindlich. Im Unterschied dazu kann die SIA 405 als Gefäss für verbindliche Netzauskünfte festgelegt werden.

4.3.3. Geplante Leitungen

Aufgrund des Zwecks des Leitungskatasters und zusätzlichen Anforderungen (z.B. Planungsstände) sind zusätzliche Eigenschaften zur Erfassung und Darstellung von geplanten Leitungen nötig. Dies kann mit einem einfachen Status erfolgen.

4.4. Modellierung

Jedes Modell wird mit einem bestimmten Zweck entwickelt. Es ist deshalb wichtig zu kommunizieren, wofür ein Datenmodell erstellt wurde und was es kann bzw. nicht kann.

Als Erweiterung bei den Geodiensten ist die Publikation als WFS zu ergänzen.

4.4.1. 3D-Geometrien

Speziell im Kontext «BIM» im LK sind zwei Aspekte zu unterscheiden:

- 3D im Sinne der drei Dimensionen, mit denen Koordinaten im Raum beschrieben werden.
- 3D im Sinne der geometrischen Repräsentation eines Objekts als Körper- resp. Volumengeometrie.

Objekte können mit unterschiedlichen Geometrietypen repräsentiert werden: Punkt, Linie, Fläche, Körper. Diese lassen sich jeweils in unterschiedlichen Dimensionen darstellen (0D-3D - Ausnahme Körper). Im heutigen LK werden Punkte, Linien und Flächen in 2D dargestellt, aber eine Darstellung in 3D wäre bereits möglich.

Ein LKObjekt mit mehreren geometrischen Repräsentationen ist im folgenden Datenmodell modelliert.

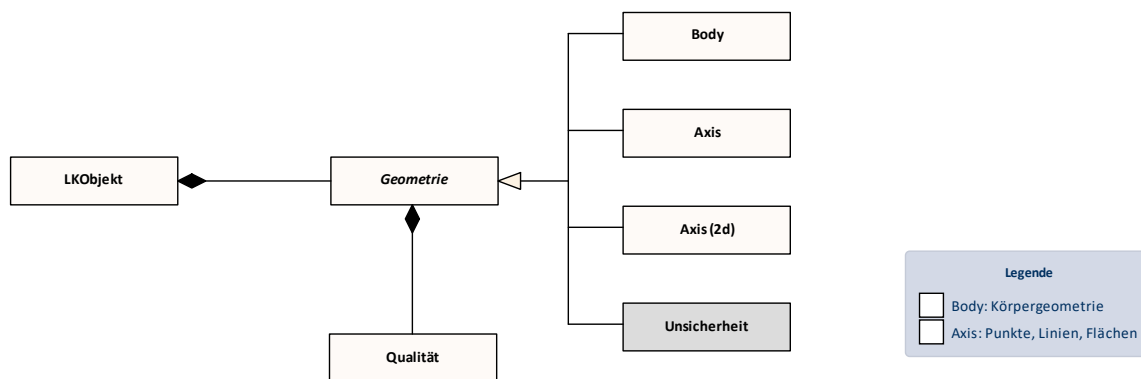


Abbildung 7: Konzeptuelles Datenmodell Geometrien

Für die Darstellung von Körpergeometrien können grundsätzlich drei Verfahren unterschieden werden:

- Decomposition Models (z.B. Voxel/Octree) → natürliche Geometrien
- Constructive Models (implizite Modelle, z.B. CSG, Sweep) → einfache Geometrie
- Boundary Models (explizite Modelle, z.B. B-Rep, TIN) → nicht lineare Geometrie

Etablierte GIS-Standards (INTERLIS 2.4, Basismodul 3D, ISO19107, GML, LandInfra, CityGML, IFC) unterstützen bei den Körpergeometrien durchgehend das Boundary Representation Verfahren (B-Rep). Implizite Verfahren, welche für die Darstellung von Leitungen besonders geeignet wären, werden von diesen nicht unterstützt. Es ist zu prüfen, ob für INTERLIS das Basismodul 3D mit einem zusätzlichen Körper-Geometrietyp im CSG-Verfahren erweitert werden könnte, sodass Leitungen und Schächte mit einfachen Verfahren geometrisiert werden könnten.

An Stelle des effektiven Austauschs der Körpergeometrien ist auch ein Verfahren denkbar, welches nur auf 3D-Punkt/-Linien-/Flächengeometrien, sowie Konventionen zur Interpretation beruht. Die Konstruktion der Körpergeometrien würde in den (GIS-)Systemen erfolgen, indem diese aus der Liniengeometrie durch Extrusion oder Puffer-Funktionen eine Körpergeometrie erzeugen. Dieses Prinzip ist in der aktuellen SIA 405 bereits mit den Attributen Mächtigkeit angedacht resp. eingeführt.

Die räumliche und geometrische Genauigkeit erhält mit der konsequenten Umsetzung in die dritte Dimension und bei Körpergeometrien ebenfalls eine zusätzliche Dimension. Auch in 3D-Darstellungen muss die Genauigkeit/ Ungenauigkeit visualisiert und bei Analysen berücksichtigt werden können. Zwei Arten werden dabei unterschieden: attributiv und geometrisch.

Die detaillierte Beschreibung zu den 3D-Geometrien ist im Anhang dokumentiert.

4.4.2. Temporale Aspekte / Historisierung

Neben der reinen Katasterinformation ist der Bedarf an temporalen Aspekten wichtig. Dabei sind zwei Zeitaspekte von besonderer Bedeutung:

- Seit wann existiert das Infrastrukturobjekt (Datum der Inbetriebnahme oder Baujahr)? → Existenz
- Seit wann weiss der Nutzer, dass es das Infrastrukturobjekt gibt (Erfassungsdatum, Planungsdatum, ...)? → Wissen

Die Kombination der Zeitaspekte Existenz und Wissen stellt sicher, dass ausgehend vom Stichtag der Betrachtung der dann gültige Kataster dargestellt werden kann. Die beiden Zeitaspekte können auch dazu genutzt werden, ob es sich beim Objekt um ein effektiv existierendes Objekt oder um ein geplantes Objekt handelt. Wenn die beiden Zeitaspekte orthogonal zueinander aufgespannt werden, wird der effektive und der geplante Zeitraum sichtbar.

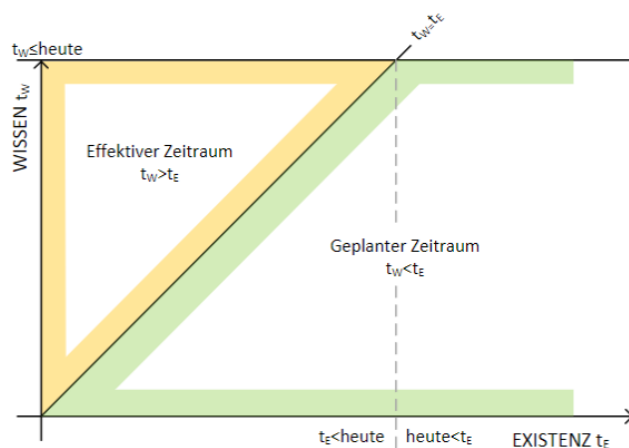


Abbildung 8: Bitemporale Zusammenhänge

Beispiel:

Wissenszeitpunkt Existenz	Zeitraum	
04.03.2020	12.01.2020	Effektiver Zeitraum
04.03.2020	01.06.2021	Geplanter Zeitraum

4.4.3. Lifecycle-Status

Mit dem Lifecycle-Status wird der jeweils gültige Status der Leitung abgebildet. In den Leitungskataster aufgenommen werden die Leitungen, welche für Koordinationsaufgaben genutzt werden sollen.

Als Beispiel könnten folgende Status dienen:

- geplant (In Planung)

- Projekt (In Projektierung)
- in Bau
- in Betrieb
- ausser_Betrieb (Betrieb eingestellt)
- tot.aufgehoben_nicht_verfuehlt oder aufgehoben_unbekannt (Betrieb dauerhaft eingestellt)
- tot.verfuehlt (zurückgebaut?)

Wert	SIA405 LKMap	Abwasser	Elektrizität	Fernwärme	Fernwirkkabel	Gas	Kommunikation	Schutzrohr	Wasser
ausser_Betrieb	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Reserve			x	x	x	x		x	x
in_Betrieb	x	x	x	x	x	x	x	x	x
provisorisch		x	x	x	x	x	x	x	x
wird_aufgehoben		x							
tot	x	x	x	x	x	x	x	x	x
aufgehoben_nicht_verfuehlt		x							
aufgehoben_unbekannt		x							
verfuehlt		x							
unbekannt	x	x	x	x	x	x	x	x	x
weitere	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Berechnungsvariante		x	x		x	x		x	x
geplant		x	x	x	x			x	
Projekt		x	x	x	x			x	

Abbildung 9: In den Medien verwendete Werte für das Attribut Status

4.4.4. Eigentümer und Zuständigkeiten

Die Modelle sind hinsichtlich Eigentümer und weiteren Rollen im Zusammenhang LK und WI zu definieren.

Fachlich gibt es verschiedene Rollen, die zu betrachten sind, z.B.:

- Eigentümer: der eigentliche Eigentümer, der im Besitz der Anlage ist. Bei Wasser und Abwasser sind das meist die Gemeinden, bei Energie und Kommunikation oft die Dienstleister, welche die Versorgung über diese Medien sicherstellen.
- Miteigentümer: gemeinschaftliches Eigentum ist möglich, zum Beispiel wenn mehrere Gemeinden zusammen Infrastruktur für die Ver- und Entsorgung bauen und nutzen
- Ersteller: Firma, welche das Werk erstellt hat.

- Betreiber: für den Betrieb (Instandhaltung, Instandsetzung, Wartung) zuständige Organisationseinheit
- Datenherr: Person oder Stelle, die zuständig ist für Erheben, Nachführen und Verwalten eines Datensatzes. Falls z. B. ein Ingenieurbüro diese Rolle im Auftrag einer Gemeinde wahrnimmt, ist die Gemeinde Datenherr und nicht das Ingenieurbüro. Letzteres nimmt in diesem Fall die Rolle des Datenlieferanten wahr.
- Datenlieferant: Person oder Stelle, die einen Transferdatensatz erzeugt (siehe auch Datenherr).

Für den LK ist der Eigentümer von Bedeutung oder zumindest die zuständige Auskunftsstelle.

Wert	SIA405 LKMap	Abwasser	Elektrizität	Fernwärme	Fernwärmekabel	Gas	Kommunikation	Schutzrohr	Wasser
Datenlieferant TEXT*80	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Datenherr TEXT*80	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Betreiber TEXT*80		x				x			x
Eigentümer TEXT*80	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Auslöser TEXT*40				x					
Bauunternehmung TEXT*40/80				x					
Konzessionär TEXT*80						x			x
Unterhaltungspflichtiger TEXT*80						x			x
Hersteller TEXT*40 / 30						x			x
Letzte_Aenderung	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DatumAendern			x						
DatumEingabe			x						

Abbildung 10: Attribute die sich auf eine Organisation beziehen (bisher als TEXT Attribute modelliert) und zusätzliche Metaattribute, die den Änderungs- oder Erfassungszeitpunkt abbilden

Für die Abbildung der Organisation scheint ein schweizweit gültiger Referenzdatensatz sinnvoll (Beispiel siehe Vorschlag VSA, www.vsa.ch/models). Der Aufbau und die Nutzung eines solchen Datensatzes sind zu untersuchen.

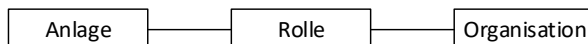


Abbildung 11: Konzept Beziehung Anlage zur Organisation über Rollen

4.4.5. Neue Objekttypen Perimeter

Perimeter für die Abgrenzung von Industriearealen und anderen Arealen, wo keine Details zum LK im Sinne der Norm gefordert werden, sollen markiert werden können.

Ebenso Perimeter für die Abgrenzung von Gebieten, wo für eine bestimmte Zeit keine planbaren Eingriffe stattfinden sollen.

Das Modell für diese Perimeter kann relativ einfach gestaltet werden. Wichtig ist die räumliche Ausdehnung und die Zuständigkeit, damit bei einer allfälligen Koordinationsaufgabe die zuständige Organisationseinheit gefunden werden kann.

Im Rahmen der Normüberarbeitung ist noch zu konkretisieren, ob es sich bei der geometrischen Ausprägung um eine Fläche handeln kann, oder ob hier auch ein Volumen zur Abbildung sinnvoll ist.

4.4.6. BIM - IFC

Die Norm SIA 2051 ist eine «Verständigungsnorm», in welcher einige Aspekte zum Thema BIM definiert werden. Die BIM-Methode wird dort definiert als: «Digitales Planen, Bauen und Betreiben, welches die Verwendung von digitalen Bauwerksmodellen in Kombination mit geeigneten Organisationsformen und Prozessen beinhaltet.» (SIA 2051, 2017, p. 7) und wird als sehr zentral erachtet, um eine wirkliche digitale Transformation der Prozesse zu erreichen. Die BIM-Methode lässt sich mit dem Zusammenwirken der Elemente Kunden-/Projektziele, integrierte Zusammenarbeit, Projekt-Produktionsmanagement sowie digitale Bauwerksmodelle beschreiben. Die Domäne LK hat bereits eine lange Erfahrung mit datengestützten, digitalen Bauwerksmodellen. Diese sind zwar lediglich in 2D vorhanden, sind aber objektorientiert und folgen der modellbasierten Arbeitsweise.

Industry Foundation Classes (IFC) ist ein offener Standard für den Austausch von digitalen Bauwerksmodellen. Einige der IFC Versionen sind auch als ISO Normen publiziert. Bis zur Einführung der revidierten SIA405 dürfte die Version 4x3 offiziell publiziert sein, so dass diese für die Normüberarbeitung im Vordergrund steht. Es handelt sich um einen offenen, internationalen Standard, der herstellernerneutral ist. Er ist für den Austausch von Bauwerksmodellen in der Schweiz und im europäischen Bereich weitgehend etabliert. IFC definiert einerseits ein Datenmodell und andererseits auch ein Transferformat. Bei Diskussionen zu IFC im Kontext des LK und INTERLIS ist auf eine Unterscheidung zwischen Datenmodell und Modellierungssprache zu achten (siehe Abb.

Abbildung 12).

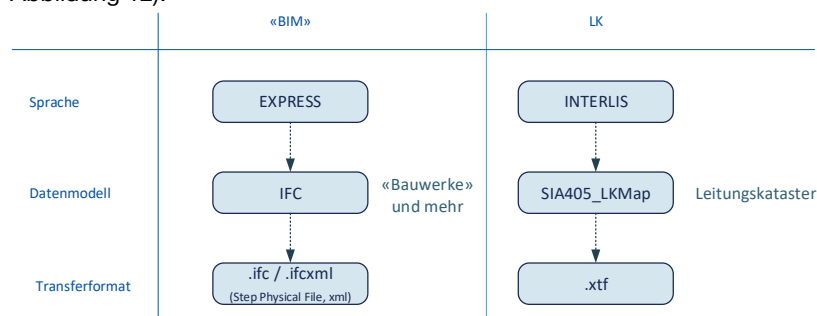


Abbildung 12: Datenmodelle und Modellierungssprachen

Sofern in der SIA 405 IFC berücksichtigt werden soll, muss das Datenmodell von IFC so konkretisiert werden, dass die relevanten Eigenschaften des LK darin abgebildet werden können. Bezüglich des Transfers von Daten

kann die Verwendung von IFC – als Alternative oder Ergänzung zu INTERLIS - in Betracht gezogen werden. Einen möglichen Ablauf stellt die folgende Abbildung dar.

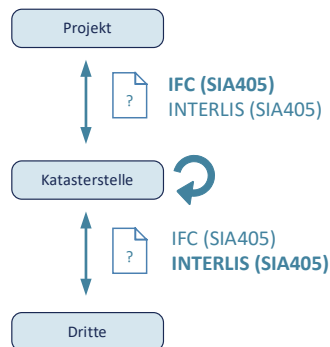


Abbildung 13: Möglicher Einsatz unterschiedlicher Transferformate/-modelle

Die detaillierte Beschreibung ist im Anhang dokumentiert.

4.4.7. Erweiterung Bilddaten / Punktwolken

Bei der Dokumentation der Lage einer Leitung durch einen Spezialisten (Geomatiker) werden Teile der im Feld erfassten Informationen (z.B. Höheinformationen bei Stützpunkten von Leitungsgeometrien) nicht ins GIS übernommen. Im heutigen LK werden Vektordaten verwaltet, welche in den meisten Fällen mittels 3D Erfassungstechnologien erfasst und danach in 2D dokumentiert werden. Der Wandel der Technologie in der Erfassungsmöglichkeiten bringt Neuerungen mit sich, welche für einen LK einen hohen Nutzen haben kann.

Durch die Digitalisierung der Bauindustrie können Arbeiten, die früher durch geschultes Personal und mit teurem Equipment durchgeführt wurden, heute mit einfacheren Tools von fast jeder Person erledigt werden können. Für den LK stellt sich die Frage ob dabei die Datenkontrolle nicht verloren geht oder wer diese sicherstellt. Auf jeden Fall ist es nötig, in den Normen die Datenerhaltung anzupassen und auch ergänzende Datenformate zu spezifizieren.

Im Bereich der Felderfassung wurden in den letzten Jahren viele Produkte angekündigt. Dabei fällt auch der Begriff "Reality Capture", welche für eine exakte, realitätstreue Erfassung von Realwelt-Objekten steht. Jedoch fehlt es trotz des Fortschritts an Normierungen und an den Zulassungen dieser neuen Möglichkeiten, obwohl die Produkte in einem attraktiven Preissegment liegen und damit auch massenmarktauglich sind.

- Beispielhafte Datenformate mit Fokus auf Leitungskataster: *.jpeg, *.ply und *.obj (Beschreibung von Volumenkörpern mittels Dreiecksvermaschung), *.las und *.e57 (Punktwolken)
- georeferenziertes 3D-Bild: ein perspektivisches Messbild mit bekanntem Aufnahmestandort und Aufnahmerichtung, wobei jedem Pixel eine Distanzinformation hinterlegt ist, wodurch es einfacher interpretierbar sein soll

Die detaillierte Beschreibung ist im Anhang dokumentiert.

4.4.8. Verknüpfungen

Wo Informationen nicht ins Fachmodell übernommen werden können, soll die Möglichkeit zur Verknüpfung geschaffen werden (z.B. Fotos, Dokumente, Punktwolken, Laserscans, Fotoserie, BIM Objekt Pointer etc.). Ein Beispiel der Umsetzung hat der VSA in VSA-KEK umgesetzt (siehe Anhang Kapitel 8.7)

4.5. Publikation der Norm

4.5.1. Publikationswege der verschiedenen Inhalte

Das Ziel der Kommission ist es, dass die neue Norm möglichst niederschwellig und frei genutzt werden kann. Das aktuelle Geschäftsmodell des SIA (siehe Kap.2.6) läuft diesem Ziel grundsätzlich entgegen.

Bei der Lösung dieses Zielkonfliktes gilt es folgende Randbedingungen zu beachten:

- **"Wiki" sowie "Content-Hub"** sollen öffentlich zugänglich gemacht werden. Darin können Modelle, Objektkatalog, Darstellungskatalog usw. abgelegt werden.
- **Die Norm selbst** kann Themen gemäss dem bisherigen Normtext beinhalten (aktualisiert), künftige Entwicklungen (bspw. dxf > ifc, geopackage) aufzeigen, Abgrenzung und Verweisungen (ex Kap. 0 MB 2015) festlegen
- Empfehlungen für die Datenerfassung wie bspw. Dimensionsangaben, Höhenreferenzen (ex MB 2015, Kap. 3) können in neue Wegleitungen übernommen werden.
- Falls das Projekt **"Leitungskataster Schweiz (LKCH)"** umgesetzt wird, wird der Leitungskataster zu einem Geobasisdatensatz nach Bundesrecht werden (gemäss der Verordnung über Geoinformation (GeoIV), Anhang 1). Zudem gibt - gemäss Art. 9 der GeoIV - die jeweils zuständige Fachstelle des Bundes ein minimales Geodatenmodell vor.

In sämtlichen Projektberichten zum LKCH wurde bisher postuliert, dass sich das minimale Geodatenmodell auf die Norm SIA405 stützen soll. Dieser Grundsatz wurde in der bisherigen LKCH-Diskussion nicht in Frage gestellt. Im Gegenteil: Der Bund ist sehr an der aktuellen Norm und Normenrevision interessiert. Im besten Fall gelingt es, dass die zuständige Fachstelle des Bundes die revidierte Norm bzw. das revidierte LKMap ohne Anpassungen als minimales Geodatenmodell für einen allfälligen LKCH festlegt. Dabei entspricht die Kommission SIA405 eigentlich einer Fachinformationsgemeinschaft (FIG), welche jeweils für die Entwicklung von minimalen Geodatenmodellen gebildet wird.

Da minimale Geodatenmodelle des Bundes kostenlos verfügbar sind, müsste der Bund wohl mit dem SIA eine Regelung betreffend die freie und kostenlose Nutzung der Norm oder Teilen davon aushandeln.

4.5.2. Publikation der Datenmodelle

Fachverbände publizieren LK bzw. WI und weitergehende Fachmodelle in ihren Repositorien. Sie entscheiden weiterhin selbständig, ob WI und weitergehende Fachmodelle öffentlich sind.

Die SIA publiziert nur noch LKMap.

Wichtig ist, dass der Anwender immer Zugriff auf eine Übersicht der aktuell gültigen Modelle und deren Bezugsmöglichkeiten erhält.

4.6. Einführung der Norm

Die Einführung der Norm muss, um die gesetzten Ziele zu erreichen, eine Reihe von Aktivitäten beinhalten, z.B.:

- Information Vernehmlassung
- Abstimmung mit Herstellern
- KKGEO
- Kantonale Stellen informieren
- Kurse
- Einführungsanlass D/F
- Publikation
- Kommunikation
- Ablösung alte Norm regeln (Übergangsfrist?)

4.7. LKMap als Kandidat für MGDM LKCH

LKMap wurde vom SIA erstmals in der Version 2012 als darstellungsorientiertes Geodatenmodell für die Publikation des Leitungskatasters veröffentlicht. LKMap wird aus den WI bzw. Branchenmodellen der Fachmedien her erzeugt, die als Erfassungsmodelle dienen. LKMap bietet eine gemeinsame vereinfachte Darstellung mit LKPunkt, LKLinie und LKFläche über alle 6 Medien. Verschiedene Kantone (z.B. BL, GR, BE, ZH, GL, AI) haben LKMap als kantonal verbindliches Geodatenmodell übernommen oder ziehen es in Betracht. Andere Kantone (z.B. LU, TG) setzen direkt auf die Fachmodelle für LK und WI – auch hier ist eine Aggregation auf LKMap gewährleistet. Auch verschiedene grössere Leitungsbetreiber unterstützen LKMap.

LKMap ist Kandidat für ein zukünftiges Minimales Geodatenmodell (MGDM) im Rahmen der Umsetzung des Leitungskatasters Schweiz. Falls sich der Bund entscheidet, das Projekt LKCH umzusetzen, wären folgende vier Szenarien für eine zukünftige Organisation zur Pflege des LKCH Modelles denkbar:

Name	Beschreibung	Verfügbarkeit Modelle und Dokumentation	Chancen / Risiken
Szenario 1	Der SIA pflegt und entwickelt die Norm SIA 405 inkl. LKMap wie bis anhin auf privatwirtschaftlicher Basis zusammen mit den Fachverbänden gemäss aktueller Organisation (Kapitel 4.1). Der Bund verweist in seinen Ausführungsbestimmungen darauf, dass SIA 405 LKMap das MGDM für LKCH ist.	Die INTERLIS Modelle werden im SIA--Repository verfügbar gemacht. Die Dokumentation dazu wird als Norm SIA 405 und Wegleitungen durch den SIA verkauft. Der Bund verweist in seinen Bestimmungen darauf.	Chance: Bestehende, gut funktionierende Kommission und Zusammenarbeit mit Fachverbänden, etabliertes SIA Produkt. Risiken: Finanzierung durch SIA in sich wandelndem Marktumfeld zunehmend schwierig – Einnahmen aus Verkauf sind zwingend notwendig für Pflege und Unterhalt des Produktes. Allenfalls rechtliche Hürden von Seiten des Bundes, ein SIA

			Modell zum MGDM / LKCH Modell zu erklären.
Szenario 2	Der SIA pflegt und entwickelt die Norm SIA 405 inkl. LKMap im Auftragsmandat des Bundes (swisstopo) zusammen mit den Fachverbänden gemäss aktueller Organisation (Kapitel 4.1). Der SIA erhält dafür eine Aufwandsentschädigung (Kosten der Kommissionsarbeit, Modellpflege und Dokumentation sowie Publikation). Der Bund verweist in seinen Ausführungsbestimmungen darauf, dass SIA 405 LKMap das MGDM für LKCH ist.	Die INTERLIS Modelle werden im SIA-Repository verfügbar gemacht. Die Dokumentation dazu wird als Norm SIA 405 und Wegleitungen auch frei verfügbar gemacht. Der Bund verweist in seinen Bestimmungen darauf.	Chance: Bestehende, gut funktionierende Kommission und Zusammenarbeit mit Fachverbänden, etabliertes SIA Produkt. Finanzierung durch Bund würde die Freigabe der Dokumentation durch SIA ermöglichen, da Aufwände gedeckt Risiken: Unterlaufen der aktuellen Marktstrategie des SIA – andere Normen bleiben kostenpflichtig. Allenfalls rechtliche Hürden von Seiten des Bundes, ein SIA Modell zum MGDM / LKCH Modell zu erklären.
Szenario 3	Der Bund (swisstopo) übernimmt die Inhalte aus der Norm SIA 405 inkl. LKMap und wird diese in Zukunft dauerhaft pflegen, weiterentwickeln und öffentlich zur Verfügung stellen. Dafür wird eine neue FIG für Pflege und Betrieb eingesetzt. Für die Abtretung seiner Inhalte wird der SIA entsprechend entschädigt.	Die INTERLIS Modelle werden im Bundesrepository verfügbar gemacht. Die Dokumentation zu LKCH wird als MGDM Dokumentation vom Bund frei verfügbar gemacht. Der Bund verweist in seinen Bestimmungen darauf.	Chance: Gleicher Prozess, Funktion, Finanzierung und rechtliche Verbindlichkeiten wie andere MGDM. Risiken: Bestehende gut funktionierende Kommission und Zusammenarbeit mit Fachverbänden wird auseinandergerissen. Gefahr, dass Akzeptanz und Zusammenarbeit mit Fachverbänden, die zwingend notwendig ist, verloren geht, wenn der Bund eine neue FIG aufbauen muss.
Szenario 4	Der Bund (swisstopo) erstellt ein eigenes Modell für LKCH und baut eine eigene, neue FIG dazu für Pflege und Betrieb auf. Die Normenkommission SIA 405 bleibt parallel	Die INTERLIS Modelle für LKCH werden im Bundesrepository verfügbar gemacht. Die Dokumentation zu LKCH wird als MGDM Dokumentation vom Bund frei verfügbar gemacht. Der Bund verweist in seinen Bestimmungen darauf.	Chance: Gleicher Prozess, Funktion, Finanzierung und rechtliche Verbindlichkeiten wie andere MGDM. Risiken: Es entstehen zwei parallele Modelle für die gleiche fachliche Fragestellung (LKCH und SIA 405 LKMap). Die Praxis

	dazu bestehen, ebenso die Norm SIA 405 inkl. LKMap.	Parallel dazu publiziert und vertreibt der SIA seine Norm 405.	wäre verwirrt. Die Bemühungen für die Standardisierung werden unterlaufen. Die Kantone kommen in Konflikt, welches Modell sie in Zukunft unterstützen wollen. Möglicher Konkurrenzkampf zwischen zwei Modellen mit der Gefahr, dass das eine oder andere am Schluss verdrängt wird (für den SIA oder / und den Bund wäre das eine Fehlinvestition). Fachverbände müssen Koordination mit zwei Partnern sicherstellen.
--	---	--	---

Szenario 4 ist aus einer Gesamtsicht möglichst zu vermeiden. Der SIA ist offen, Szenario 2 zu prüfen, falls das Projekt LKCH vom Bund weiterverfolgt wird.

Beispiele für SIA 405 als Referenz für Leitungskataster in den folgenden Kantonen (für weitere Details siehe Anhang):

- Basel-Landschaft, Leitungskataster – Dokumente: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/amt-fur-geoinformation/leitungskataster/dokumente>
- Bern, Leitungskataster – Leitungskatasterverordnung: <https://www.belex.sites.be.ch/frontend/versions/900?locale=de> – Art 2.1
- Graubünden, Leitungskataster – Rechtsgrundlagen: <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/dvs/alg/dokumentation/Leitungskataster/Seiten/Rechtsgrundlagen.aspx> - Weisungen zum Leitungskataster im Kanton Graubünden (WLKG) 6.1.1. Bezug zu SIA405
- Basel-Stadt: <https://www.tiefbauamt.bs.ch/nm/2017-das-modell-des-leitungskatasters-wird-erneuert-bd.html>
- Glarus: https://gesetze.gl.ch/frontend/annex_document_dictionaries/286
- Appenzell Innerrhoden: <https://www.ai.ch/themen/planen-und-bauen/geodaten-und-plaene/leitungskataster>

5. Projektvorschlag / Empfehlung Revision SIA 405

Die folgenden Kapitel bilden den Input für den Projektantrag zur Revision der SIA 405.

5.1. Grundlagen

- Vorliegendes Dokument inklusive Anhänge
- Aktuelle Ausgabe SIA 405 inklusive Merkblätter

5.2. Zieldefinition

5.2.1. Inhalt

- Gemäss Auflistung Kapitel 3 vorliegendes Dokument

5.2.2. Vorgehensziele

- Vorbereitung und Initialisierung Revision im Q1 & Q2 2021
- Inhaltliche Erarbeitung bis Q4 2021
- Vernehmlassung abgeschlossen bis Q1 2022
- Publikation Q2 2022

5.3. Organisation

- Auftraggeber der Revision ist die SIA vertreten durch die Kommission SIA 405
- Bearbeitung: für Sachbearbeitung und Fleissarbeit: Auftrag extern
- Begleitgruppe: Mitglieder der SIA 405
- Einbezug Fachverbände: über Mitglieder SIA 405

5.4. Abläufe und Termine

1. Projektantrag SIA
2. Projektinitialisierung (Beteiligte, Leistungen, Verträge sind geregelt)
3. Inhaltliche Bearbeitung
4. Regelmässige Information Kommission
5. Redaktion Lieferobjekte
6. Interne Vernehmlassung SIA 405
7. Öffentliche Vernehmlassung
8. Verarbeitung der Vernehmlassungsergebnisse
9. Erarbeiten Druckvorlage
10. Publikation

5.5. Umfeld

- Abstimmung mit LK CH: Vorgehensziele, inhaltliche Abstimmung → Anforderungen an MGDM aus Sicht LK CH

5.6. Recht und Verträge

- Festlegen, wer welche Aufgaben im Revisionsprojekt übernimmt
- Vertrag mit externem Dienstleister für die Sachbearbeitung
- Regelungen SIA betreffend Normrevision

5.7. Kosten und Finanzen

5.7.1. Kostenschätzung

Für den Projektantrag zu erstellen.

5.7.2. Finanzierung

- Finanzierung über Sponsoren
- Finanzierung über Eigenleistung Kommissionsmitglieder
- Finanzierung über Leistungen Fachverbände

5.8. Leistungen

ID	Leistungen	Verantwortlich	Termin
	NK 405 <ul style="list-style-type: none">- Zusammensetzung NK neu definieren: SUISSEDI-GITAL, Fernwärme, Präsidium- Ergebnisse Überarbeitung regelmässig überprüfen- Organisation und Zusammenarbeit mit den Fachverbänden überprüfen und optimieren- Abstimmung Leistungen und Lieferobjekte mit LKCH	Präsident NK 405	
	Projektleitung <ul style="list-style-type: none">- Projekt leiten (Leistungen, Kosten, Termine)- IuK, insbesondere NK 405 während des Projekts- Laufende Information Stakeholder- Einleiten Vernehmlassung- Abstimmung mit Fachverbänden- Rapportierung in Richtung SIA	Projektleiter	
	Dokumentvorlagen: <ul style="list-style-type: none">- Anpassung Normdokument- Erstellen Dokumente für Wegleitungen- Publikationsnummern festlegen	Sachbearbeiter	

	<ul style="list-style-type: none"> - Übernahme weiterhin gültige Inhalte in neue Vorlagen 		
	<p>Online-Publikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Weitere Publikationsform prüfen (z.B. WIKI) - Repository für ILI-Modelle prüfen und einrichten 	Sachbearbeiter	
	<p>Erweiterung Inhalte Norm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vereinheitlichung Semantik: Begriffsdefinitionen, Impact auf bestehende Textbausteine und Musterdokumentation prüfen - Verwendungszweck präzisieren, evtl. zusätzliche Abbildungen erstellen 	Sachbearbeiter	
	<p>Erweiterung Datenmodelle INTERLIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Detaillierte Analyse Nutzung/Praxistauglichkeit aktuelle Geodienste und Anpassungsvorschläge dazu erstellen - 3D-Daten - Volumenkörper - Modellierung Lifecycle-Status - Ergänzung Gültigkeitszeiträume - Modellierung Flächen - Integration Bilder und Punktwolken - Integration Links auf Dokumente und Bilder - Anpassung Rollen und Verwendung der Rollen (z.B. Werkeigentümer) - Prüfen und Erweitern Metadaten 	Sachbearbeiter	
	<p>Modelle bereitstellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - LKMap überarbeiten - IFC-Modell LKMap erstellen - WFS-Dienst als Ergänzung zu WMS definieren 	Sachbearbeiter	
	<p>Musterdokumentation erstellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Musterpläne - Musterdatensatz erstellen in allen Formaten 	Sachbearbeiter	
	<p>Qualitätssicherung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Überprüfen der Lieferobjekte 	QS-Verantwortlicher	
	<p>Vernehmlassung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unterlagen für Vernehmlassung bereitstellen - Ergebnisse entgegennehmen und beurteilen - Korrekturen durchführen 	Projektleiter und SIA	
	<p>Einführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführungskonzept erstellen - Informationsveranstaltungen - Fachartikel publizieren 	Projektleiter und SIA	

	- Schulungen und Workshops planen und durchführen		
--	---	--	--

Tabelle 8: Übersicht Leistungen Revision

5.9. Information und Kommunikation

- Information an SIA 405
- Information bei den Fachverbänden
- Information Stand/Status an SIA
- Information über Website
- Präsentation Ergebnisse öffentlich
- Präsentation Ergebnisse swisstopo respektive LK CH

5.10. Dokumentation

- Informationsveranstaltungen: Präsentationen
- Lieferobjekte: Norm etc.
- Vernehmlassungsergebnisse: Formulare / Listen

6. Von der Revision unabhängige Massnahmen

Die aktuelle Ausgabe der Norm wird noch einige Jahre im Einsatz sein. Falsche Anwendungen oder Erweiterungen, welche teilweise identifiziert worden sind, sollten korrigiert werden z.B.:

- Förderung des Informationsaustausches der Anwender z.B. mit Foren, Workshops, etc.
- Information Anwender
- Wissenslücken in der Praxis über die aktuelle Ausgabe (z.B. Möglichkeiten 3D, ...) - können wir aktiv angehen, bevor ein nächster Release steht (2020 / 2021)
- INTERLIS für Anwender
- XSD für den “internationalen” Austausch
- SIA405 für Bauleute
- Marketing für SIA405 (Management Summary für Bauverwalter, ...)

7. Literaturverzeichnis

Fraunhofer IPM, 2020. Digitalisierung in der Baugrube: Georeferenzierte Vermessungsdaten per App.

Nebiker, S., 2017. Amtliches 3D-Bild - Studienauftrag, FHNW.

buildingSmart International, 2017. *IFC4.1 Documentation*, buildingSmart International.

FprEN 17412-1/LOIN, 2020. *FprEN 17412-1 FINAL DRAFT Building Information Modelling - Level of Information Need - Part 1: Concepts and principles*, CEN.

ISO 19107, 2019. *ISO 19107:2019 Geographic Information - Spatial Schema*.

KOGIS, 2019. *Basismodul 3D für INTERLIS 2.4 (Draft)*, Fachstelle KOGIS.

Mäntylä, M., 1988. *An Introduction To Solid Modeling*. Computer Science Press.

CityGML CM, 2020. *OGC City Geography Markup Language (CityGML) Part 1: Conceptual Model Standard*.

LandInfra, 2016. *Land and Infrastructure Conceptual Model Standard (LandInfra)*.

GML 3.2.1, 2007. *Geography Markup Language (GML) Encoding Standard*.

SIA 2051, 2017. *SIA 2051:2017 Building Information Modelling (BIM) – Grundlagen zur Anwendung der BIM-Methode*.

8. Anhänge

8.1. Ergebnisse Umfrage 2017

Siehe Beilage.

8.2. Ergebnisse Workshop 2020

Siehe Beilage.

8.3. Grundlagen 3D (Beitrag FHNW)

Für die Diskussion des Themas «3D» wird einleitend eine Auslegeordnung zu Begriffen und Konzepten geometrischer Repräsentationen vorgenommen. Anschliessend wird aufgezeigt, wie ein LKObjekt diese verschiedenen geometrischen Repräsentationsformen unterstützen könnte. Die im Kontext von «BIM» im Vordergrund stehende Repräsentationsform von Körpern/Volumen wird in einem separaten Unterkapitel eingeführt und diskutiert. Abschliessend wird ein Lösungsvorschlag skizziert, wie räumliche Unsicherheiten geometrisch repräsentiert werden könnten.

Geometrien im Raum (3D)

Bei der Diskussion zur Einführung von 3D im Leitungskataster – speziell im Kontext von «BIM» – sind zwei Aspekte zu unterscheiden:

- 3D im Sinne der drei Dimensionen, mit denen Koordinaten im Raum beschrieben werden.
- 3D im Sinne der geometrischen Repräsentation eines Objekts als Körper- resp. Volumengeometrie.

Objekte lassen sich mit unterschiedlichen Geometrietypen geometrisch repräsentieren: Punkt, Linie, Fläche oder Körper. Diese Geometrietypen lassen sich prinzipiell jeweils in unterschiedlichen Dimensionen darstellen (Ausnahme Körper). Zum Beispiel kann ein Punkt im eindimensionalen Raum (als Ort auf einer Kurve), im zweidimensionalen Raum (als Ort in einer Fläche) oder auch im dreidimensionalen Raum dargestellt werden. Flächen lassen sich nur in 2D und 3D, Körper nur in 3D darstellen. Tabelle 9 veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen Geometrietyp und Dimensionen.

Geometrietyp	Dimensionen			
	0D	1D	2D	3D
Punkt	x	x	x	x
Linie		x	x	x
Fläche			x	x
Körper				x

Tabelle 9: Geometrietypen und Dimensionen

Im heutigen LK werden Punkte, Linien und Flächen in 2D dargestellt, möglich wäre bereits heute eine Darstellung in 3D. Bei der Diskussion zur Einführung von 3D ist zu unterscheiden, ob (nur) die konsequente Erfassung und Publikation von Punkten, Linien und Flächen in 3D erreicht werden soll oder auch die geometrische Repräsentation der Objekte als Körper. Mit der Bezugnahme zu «BIM» könnte impliziert werden, dass die geometrische Repräsentation von Körpern gemeint ist.

LKObjekt mit mehreren geometrischen Repräsentationen

Aus den Anforderungen an die Revision des LK sowie den Diskussionen der Grundlagenerarbeitung ergibt sich, dass ein LK-Objekt über verschiedene geometrische Repräsentationen verfügen kann. Zum einen die bis anhin geführte Repräsentation als Punkte, Linien und Flächen in 2D. Als Erweiterung dazu dieselben Geometrietypen, jedoch in der dritten Dimension. Zum anderen – als Neuerung gegenüber der bisherigen Norm – die Repräsentation einer Körpergeometrie.

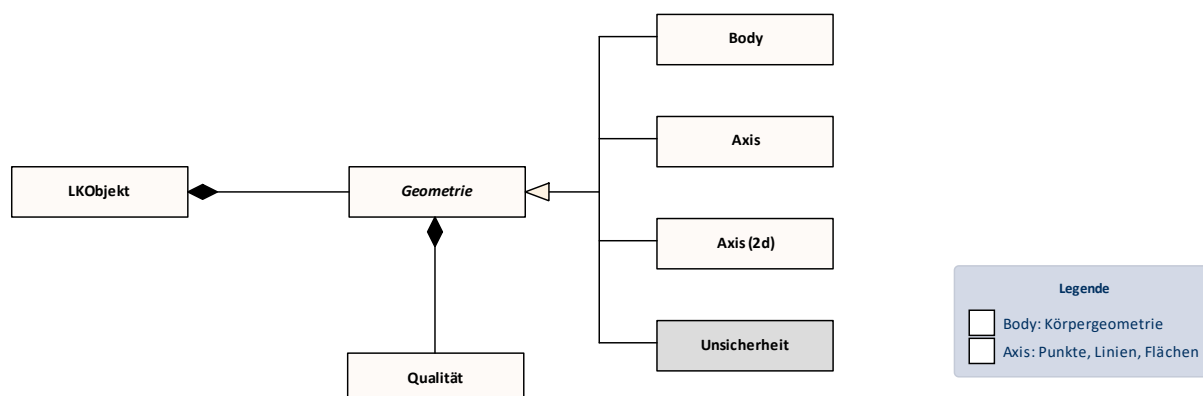


Abbildung 14: Konzeptuelles Datenmodell Geometrien

Abbildung 14 veranschaulicht die möglichen geometrischen Repräsentationsformen in einem konzeptuellen Klassendiagramm. «Body» bedeutet eine Körpergeometrie. «Axis» bedeutet die Darstellung mit Punkten, Linien und Flächen. Die Begriffe Body und Axis wurden hier in Anlehnung an die Geometrietypen im Datenmodell von IFC gewählt, wo sie ähnlich konnotiert sind (siehe buildingSmart International, 2017). Die Geometrie «Unsicherheit» ist eine separate räumliche Darstellung, in welcher die Unsicherheiten in der Lagebestimmung eines Objekts berücksichtigt ist. Die «Unsicherheit» wird weiter unten in einem eigenen Kapitel separat diskutiert.

Jede geometrische Repräsentation verfügt über eine Qualitätsangabe, aus der die Art der Erstellung sowie Güte der geometrischen Repräsentation ersichtlich ist. Dies ist v.a. bei Körpergeometrien relevant, da hier die Angaben zur Lagegenauigkeit von Punktinformationen nicht ausreichend sind. Es muss z.B. erkennbar sein, ob die Geometrie aus einem digitalen Bauwerksmodell übernommen wurde oder ob sie mit einfachen Verfahren grob angenähert wurde (z.B. «Klötzchengeometrie» erstellt aus Linien). Es ist zu prüfen, ob für die geometrische Granularität/Detaillierungsgrad eine Klassifikation eingeführt werden sollte, wie dies z.B. im Konzept der «Level of Information Need»/LOIN für digitale Bauwerksmodelle vorgeschlagen wird (FprEN 17412-1/LOIN, 2020).

Methoden für Körpergeometrien (Solids)

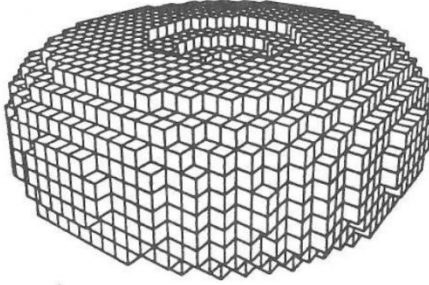
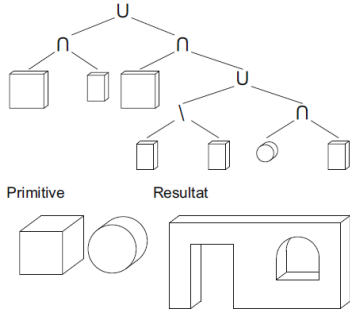
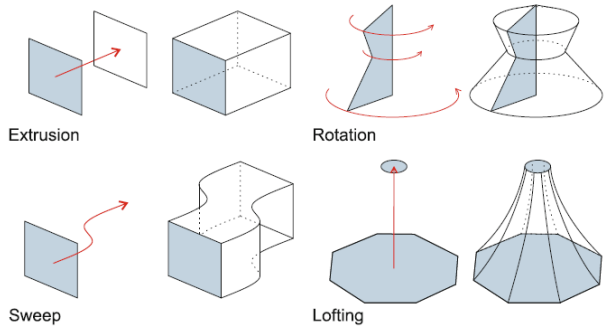
In diesem Kapitel werden einige prinzipielle Konzepte zur Darstellung von Körpergeometrien vorgestellt und aufgezeigt, wie diese in relevanten Standards umgesetzt sind. Damit wird eine Übersicht zum Thema gegeben, auf deren Basis allfällige Handlungsfelder zum Thema «Körpergeometrien» für die Revision identifiziert werden können.

Für die Darstellung von Körpergeometrien können gemäss Mäntylä (1988) grundsätzlich drei Verfahren unterschieden werden:

- Decomposition Models
- Constructive Models (implizite Modelle)
- Boundary Models (explizite Modelle)

Diese Verfahren werden nachfolgen kurz beschrieben.

Decomposition Models

<p>Decomposition Models</p> <p>Das Volumen des zu beschreibenden Körpers wird «zerlegt» in kleinere, in der Regel regelmässige Volumenkörper. Typischerweise werden dazu Quader resp. allgemein Tetraeder verwendet. Bei der Dekomposition mit Quadern wird auch von «Voxel»-Modellen gesprochen.</p>	 <p>Figure 4.1 Exhaustive enumeration.</p> <p>(Quelle: Mäntylä, 1988)</p>
<p>Constructive Models (implizite Verfahren)</p> <p>Das Volumen eines Körpers wird durch eine «Konstruktionsanleitung» beschrieben. Dabei werden verschiedene geometrische Formen durch Boolean Mengen-Operatoren (Schnitt, Vereinigung, Differenz) miteinander kombiniert. Typischerweise werden als geometrische Primitive mathematisch gut beschreibbare, eindeutig abgrenzbare Körper wie Quader, Zylinder etc. verwendet. In diesem Fall spricht man von der Methode des Constructive Solid Geometry (CSG).</p> <p>Einen Spezialfall der konstruktiven Modelle stellen «Sweep» dar (Sweep (Translation/Extrusion, Rotation). Dabei werden geometrische Grundformen entlang von Achsen «gezogen» oder rotiert.</p> <p>In der Literatur wird alternativ zu konstruktiven Verfahren auch von impliziten Verfahren gesprochen.</p>	<p>Abb. 2.5 Das CSG-Verfahren beruht auf der Kombination von Primitivkörpern mithilfe der booleschen Operation Vereinigung, Schnitt und Differenz</p> <p>Konstruktionsbaum</p>  <p>Primitive Resultat</p>  <p>Extrusion Rotation</p> <p>Sweep Lofting</p> <p>Abb. 2.6 Extrusions- und Rotationsverfahren zum Erzeugen von Körpern</p> <p>(Quelle: Borrmann et. al, 2017)</p>

Boundary Models
(explizite Verfahren)

Bei den Boundary Models, auf Deutsch auch als Oberflächenmodelle bezeichnet, wird die Oberfläche des Körpers beschrieben. Die Oberfläche wird dazu in Teilflächen, deren Umrandung sowie wiederum deren Stützpunkte unterteilt und geometrisch beschrieben. Das Verfahren wird oft als Boundary Representation (B-Rep) bezeichnet. Mit diesem Verfahren wird die Geometrie des Körpers explizit beschrieben, weshalb hier auf vom expliziten Verfahren gesprochen wird.

Eine spezielle Form der Boundary Representation sind triangulierte Oberflächenbeschreibungen (TIN, Triangulated Irregular Network), die auch für die Beschreibung der Oberflächen von Körpern genutzt werden können.

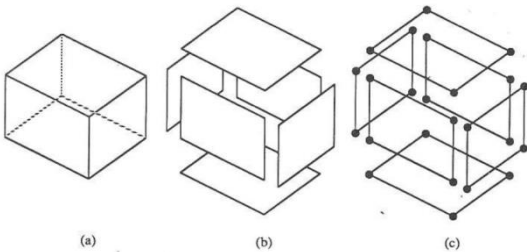


Figure 6.2 Basic constituents of boundary models.

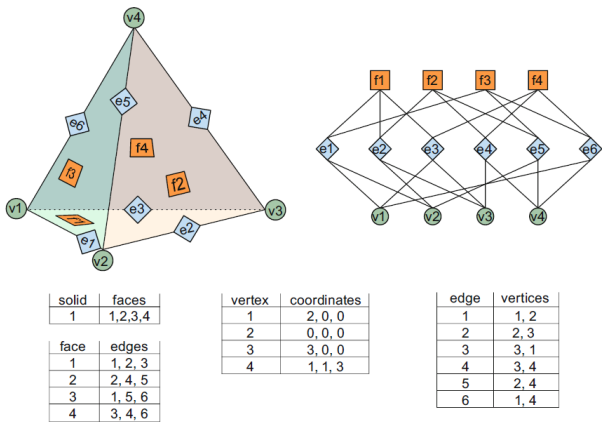


Abb. 2.2 Eine einfache BRep-Datenstruktur gefüllt mit Daten zur Beschreibung einer Pyramide. Der Vertex-Edge-Face-Graph beschreibt die Beziehungen zwischen Knoten, Kanten und Flächen und damit die Topologie des Körpers

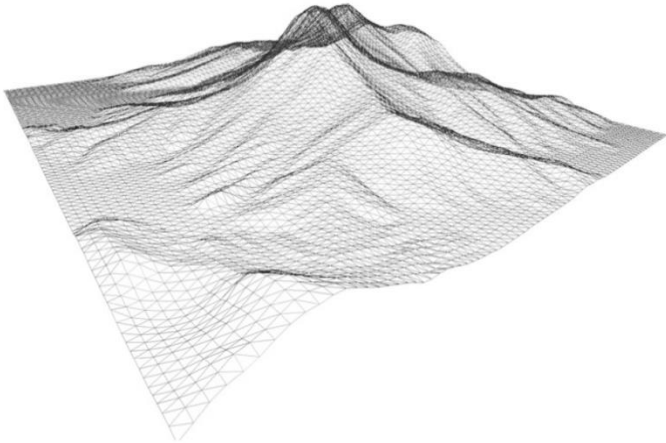


Abb. 2.4 Digitale Geländemodelle werden in der Regel mithilfe eines triangulierten Oberflächennetzes beschrieben

(Quelle: Borrmann et. al, 2017, Mäntylä 1988))

Tabelle 10: Übersicht 3D-Modellierungskonzepte

Die folgende

Tabelle 11 stellt die verschiedenen Verfahren der geometrischen Beschreibung von Körpern mit den wesentlichen Objekttypen des LK gegenüber. Sie zeigt auf, welche Verfahren besonders geeignet erscheinen, um die Objekte des LK zu beschreiben. Da insbesondere Leitungen, aber auch (Abwasser-)Schächte, in ihrer Grundform geometrisch einfache Formen darstellen (typischerweise Zylinder, Quader) erscheint das CSG-Verfahren besonders geeignet, diese Körper abzubilden. Hingegen sind für nicht-lineare Bauwerke (Schachtkammern, etc.) die expliziten Verfahren mit einer konkreten Oberflächenbeschreibung (B-Rep) besser geeignet.

Voxel-Verfahren sind v.a. in der Geologie verbreitet, um natürliche Geometrien (die geologischen Schichten) zu beschreiben. Im Kontext des LK könnten sie allenfalls genutzt werden, um die Geometrie der Unsicherheit darzustellen.

Methode	Besondere Eignung		
	Leitung	Schacht	Weitere
Decomposition Models			
Voxel/Octree			Belegtes Volumen (Unsicherheit)
Constructive Models			
CSG	x	(x)	
Sweep			
Boundary Models			
B-Rep		x	
TIN		x	

Tabelle 11: Eignung geometrischer Verfahren (für Körpergeometrien) für LK

Unterstützung durch Standards

In der vorherigen Darlegung wurden die prinzipiellen geometrischen Verfahren für Körpergeometrien aufgezeigt. Diese Verfahren werden durch die verschiedenen Daten-Schnittstellen-Standards und Softwareprodukte unterschiedlich unterstützt. Die folgende

Tabelle 12 zeigt in der Übersicht, wie einige im Kontext des LK relevanten Standards die verschiedenen geometrischen Verfahren unterstützen.

Methode	ILI 3D	ISO19107	GML	LandInfra	CityGML	IFC
Decomposition Models						
Voxel/Octree	-	-	-	-	-	-
Constructive Models						
CSG	-	-	-	-	-	x
Sweep	-	-	-	-	-	x
Boundary Models						
B-Rep	x	X	X	X	x	x

TIN	x	(x)	(x)	(X)	x	x
-----	---	-----	-----	-----	---	---

Tabelle 12: Unterstützung geometrischer Verfahren (für Körpergeometrien) in Standards

Anmerkungen zur Tabelle 12:

- Voxel-Modelle könnten z.B. mit Punktwolken und wenigen ergänzenden Konventionen von verschiedenen Standards unterstützt werden. Diese Variante wird in der Tabelle jedoch nicht berücksichtigt.
- Da TIN-Modelle eine spezielle Form von B-Rep darstellen, können diese prinzipiell von allen B-Rep-unterstützten Standards abgebildet werden, ohne dass diese einen expliziten TIN-Geometriertyp aufweisen. Dies ist mit (x) dargestellt.

Unterstützung 3D-Modellierung durch die Software-Produkte

		use ISO19107									
		Voxel	Constructive	Boundary		ILI 3D	ISO19107	GML	LandInfra	CityGML	IFC
ESRI	ArcGIS Pro	Ja	nein, nur CityEngine rudimentär	Ja		nein	Ja	Ja	LandXML	Ja	(Ja) mit "Data Interoperability" modus (https://support.esri.com/de/technical-article/000017416)
QGIS		nein	nein	nein		nein	(nein)	ja	nein	nein	nein
FME		Ja	Ja	Ja		nein	(x)	Ja	Nein	Ja	Ja, 2x3 und 4
Autodesk	AutoCAD	Nein, nur ReCap oder Navisworks	Nein, nur Inventor oder Fusion	Ja		nein	(M3D/C3D)	Nein, nur Map 3D/Civil 3D	Nein, nur LandXML und nur Map 3D	Nein, nur Map 3D/Civil 3D	pures AutoCAD = Nein

INTERLIS 2.4, Basismodul 3d

Für die Version 2.4 von INTERLIS liegt der Entwurf für ein Basismodul 3D vor. Es werden damit 3D-Datentypen spezifiziert, die auf der bestehenden Sprachversion aufbauen. Es werden Linienzüge, Flächen und Körper als 3D-Datentypen definiert. Für Körpergeometrien wird das Boundary-Representation-Verfahren verwendet, wobei insbesondere auch TIN-Oberflächen verwendet werden können.

Weitere Informationen in (KOGIS, 2019)

ISO 19107 Geographic Information - Spatial Schema

Für Körpergeometrien definiert die ISO 19107 Geometriertypen, die dem Boundary Representation-Verfahren entsprechen (Solid). Es werden verschiedene Möglichkeiten definiert, wie die Begrenzungsflächen gebildet werden können (SolidInterpolations).

Weitere Informationen in (ISO 19107, 2019)

GML (Geography Markup Language)

GML ist konform zu ISO 19107 implementiert und kennt in der Folge dieselben geometrischen Primitiven für Körper. Es werden zwei Typen unterschieden (Solid, Shell), die beide dem Boundary Representation Verfahren entsprechen (GML 3.2.1, 2007, p. 86).

Weitere Informationen in (GML 3.2.1, 2007)

CityGML

Das konzeptuelle Datenmodell von CityGML stützt sich in der Geometriedefinition auf ISO 19107. Körpergeometrien können ausschliesslich als Boundary-Representation dargestellt werden (CityGML CM, 2020, p. 26).

Weitere Informationen in (CityGML CM, 2020)

LandInfra

Das konzeptuelle Datenmodell von LandInfra stützt sich in der Geometriedefinition auf die «OGC Abstract Specification Topic 1», welche für Körpergeometrien die Boundary Representation definieren. Dieser Geometrietyp wird mit LandInfra um einen Geometrietyp «PolyfaceMesh» noch erweitert (spezialisiert) (LandInfra, 2016, p. 73).

Weitere Informationen in (LandInfra, 2016)

IFC (Industry Foundation Classes)

Für eine allgemeine Beschreibung zu IFC siehe auch Kapitel 8.4.

Das offene Austauschmodell und -format IFC ist beim Austausch von digitalen Bauwerksmodellen in der «BIM-Welt» etabliert. Die Spezifikation von IFC definiert verschiedene geometrische Verfahren, insbesondere können Körpergeometrien in expliziten wie auch in impliziten Verfahren ausgetauscht werden.

Es ist im Prinzip möglich, je nach Anwendungsfall unterschiedliche Verfahren zu wählen. So wird für reine Koordinationsaufgaben in der Regel das B-Rep Verfahren bevorzugt, da dieses von den Software-Produkten am besten unterstützt und einheitlich interpretiert wird.

Weitere Informationen in (buildingSmart International, 2017)

Konklusion

Die etablierten GIS-Standards unterstützen bei den Körpergeometrien durchgehend das Boundary Representation Verfahren. Implizite Verfahren, welche für die Darstellung von Leitungen besonders geeignet wären, werden von diesen nicht unterstützt.

Es ist zu prüfen, ob für INTERLIS das Basismodul 3D mit einem zusätzlichen Körper-Geometrietyp im CSG-Verfahren erweitert werden könnte, so dass Leitungen und Schächte mit einfachen Verfahren geometrisiert werden könnten. Es ist allerdings fraglich, wie gut die GIS-Systeme einen solches Geometriemodell tatsächlich unterstützen würden.

An Stelle des effektiven Austauschs der Körpergeometrien ist auch ein Verfahren denkbar, welches nur auf 3D-Punkt/-Linien-/Flächengeometrien sowie Konventionen zur Interpretation beruht. Die Konstruktion der Körpergeometrien würde in den (GIS-)Systemen erfolgen, indem diese aus der Liniengeometrie durch Extrusion oder Puffer-Funktionen eine Körpergeometrie erzeugen. Dazu müssten die «Konstruktionsanleitungen» über Konventionen festgelegt werden. Z.B. müssten für Leitungen der Querschnitt sowie die Radien oder Durchmesser aus den attributiven Daten herausgelesen werden. Dieses Prinzip ist in der aktuellen SIA 405 bereits mit den Attributen Mächtigkeit angedacht resp. eingeführt.

Auf den Austausch und die Verwendung von Voxel-Geometrien wurde hier kein Fokus gelegt, da deren Verwendung zur Abbildung von «künstlichen» Bauobjekten nicht üblich ist (im Gegensatz zu natürlichen Phänomenen wie z.B. geologischen Schichten). Verschiedene GIS-Systeme verfügen jedoch über interne Datenstrukturen zur Speicherung und Verarbeitung von Voxeln.

Räumliche Genauigkeit / Lage-Unsicherheit

Die räumliche und geometrische Genauigkeit bekommt mit der konsequenten Umsetzung in die dritte Dimension und bei Körpergeometrien ebenfalls eine zusätzliche Dimension. Auch in 3D-Darstellungen muss die Genauigkeit resp. Ungenauigkeit visualisiert und bei Analysen berücksichtigt werden können.

Es können zwei Arten unterschieden werden mit denen Aussagen zur Genauigkeit festgehalten oder dargestellt werden können: attributiv und geometrisch.

Genauigkeit attributiv festhalten

Die Lage- und Höhengengenauigkeit (Vermessungsgenauigkeit) sind in separaten Attributen festzuhalten.

Neben diesen absoluten Genauigkeitsangaben sollten bei Körpergeometrien auch Aussagen zur geometrischen Detaillierung/Generalisierung gemacht werden. Es muss nachvollzogen werden können, wie die Körpergeometrie erzeugt wurde. Dabei können u.a. einfache, automatische Konstruktionen (z.B. «Klötzchengenometrien» aus Mächtigkeitenangaben), Ableitung aus Bild-/Scanaufnahmen oder die Übernahme aus digitalen Bauwerksmodellen unterschieden werden.

Genauigkeit geometrisch festhalten/darstellen

Die räumliche Ungenauigkeit könnte in einer «Ungenauigkeitsgeometrie» dargestellt werden. Neben der effektiven Geometrie wird zum Objekt eine zweite Geometrie erfasst, welche den gesamten durch die Ungenauigkeit abgedeckten Raum umfasst. Damit könnte neben der Visualisierung auch mit räumlichen Analysen erkannt werden, wenn es potenziell zu räumlichen Konflikten kommt.

Spezialfall fehlende Höhenangaben

In einer langen Übergangsphase wird der LK an vielen Stellen nur in 2D verfügbar sein. Dennoch wird das Bedürfnis vorhanden sein, auch für diese Bereiche eine Darstellung in 3D zu generieren.

Eine automatische Berechnung der dritten Dimension z.B. mittels normierter Überdeckungshöhen erscheint keine sinnvolle Lösung zu sein. Es erscheint zweckdienlicher, die unbekannte Grösse auch effektiv darzustellen. Dazu könnte die (bekannte) Grundfläche der 2D-Geometrie in die dritte Dimension extrudiert werden und somit den gesamten, potenziell belegten Raum darstellen (siehe

Abbildung 15). Sinnvolle obere und untere Begrenzungen dieser Geometrie müssten noch diskutiert und ermittelt werden.

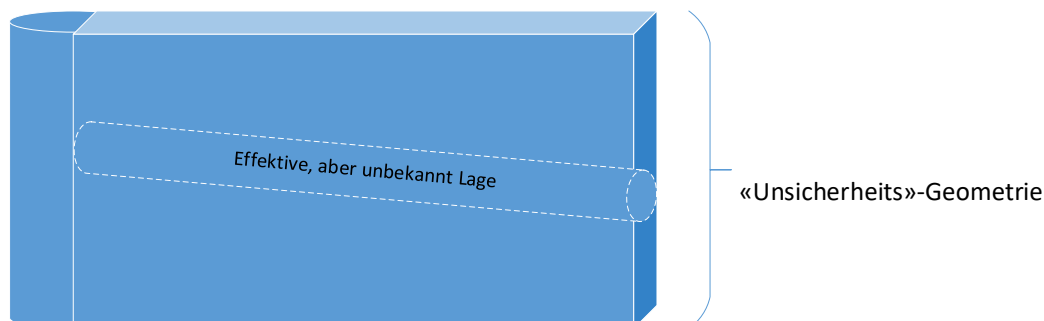


Abbildung 15: primitives Verfahren bei fehlender 3. Dimension

8.4. Grundlagen BIM (Beitrag FHNW)

Building Information Modelling (BIM) ist ein verbreitetes Schlagwort, an dessen Inhalt sich auch der LK orientieren will. In einem einleitenden Unterkapitel werden einige Erwägungen gemacht zum Begriff «BIM» und dessen Einordnung in den Kontext des LK. Die weiteren Unterkapitel thematisieren dann primär das Datenaustauschformat IFC, welches als offener Standard in der «BIM»-Welt etabliert ist, sowie dessen potenzielle Verwendung im Kontext des LK.

Erwägungen zur BIM-Methode im Kontext des LK

Die (SIA 2051, 2017) ist eine «Verständigungsnorm» (konkret SNR, Schweizer Regel), in welcher einige prinzipielle Aspekte zum Thema BIM erläutert und definiert werden. Das darin definierte grundsätzliche Verständnis der «BIM-Methode» (auf Englisch «Virtual Design and Construction» VDC) wird als sehr zentral erachtet, um eine wirkliche digitale Transformation der Planungs-, Bau- und Bewirtschaftungsprozesse zu erreichen (anstelle nur einer Digitalisierung der Prozesse). Die BIM-Methode wird dort definiert als: «Digitales Planen, Bauen und Betreiben, welches die Verwendung von digitalen Bauwerksmodellen in Kombination mit geeigneten Organisationsformen und Prozessen beinhaltet.» (SIA 2051, 2017, p. 7). Die nachfolgende Abbildung 16 visualisiert diese Definition.

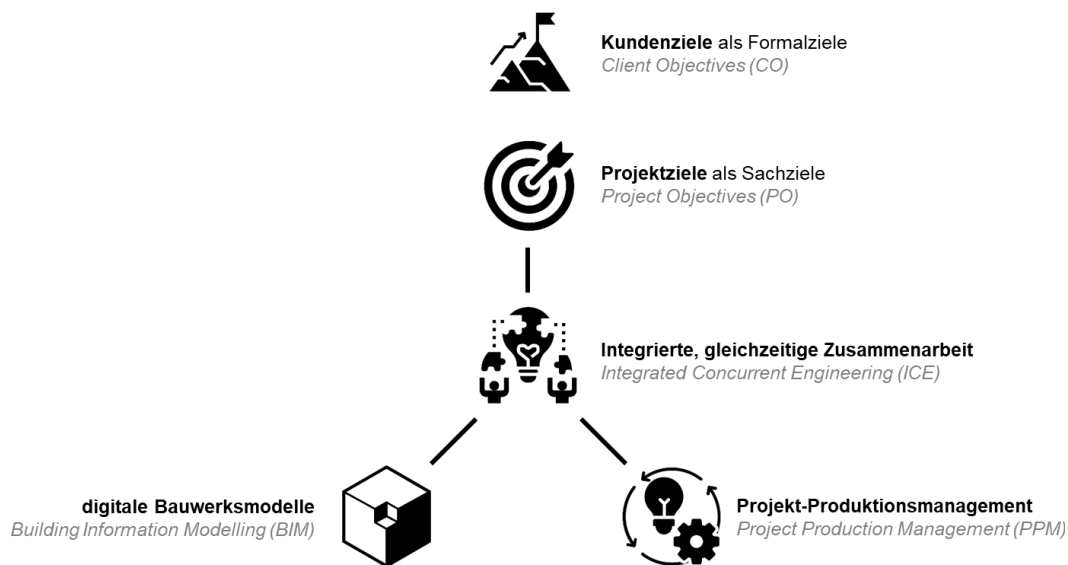


Abbildung 16: Verständigung BIM-Methode (deutscher Begriff) (FHNW in Anlehnung an CIFE, Stanford University)

Die BIM-Methode lässt sich demnach mit dem Zusammenwirken der Elemente Kunden-/Projektziele, integrierte Zusammenarbeit, Projekt-Produktionsmanagement sowie digitale Bauwerksmodelle beschreiben.

– Digitale Bauwerksmodelle

Die Nutzung digitaler Bauwerksmodelle (häufig auch salopp als «BIM-Modelle» bezeichnet) ist die eher technische Grundlage der BIM-Methode. In digitalen Bauwerksmodellen werden die Bauwerke objektorientiert, attribuiert («aufnormiert») und in der Regel in 3D (Körpergeometrien) dargestellt.

– Projekt-Produktionsmanagement

Das Projekt-Produktionsmanagement ist an die veränderten technischen Möglichkeiten und Zusammenarbeitsformen anzupassen. Es geht darum, nicht einfach die bestehenden Prozesse mit digitalen Werkzeugen zu ergänzen, sondern neue, optimierte Prozesse zu definieren oder bestehende anzupassen.

- Integrierte Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten ist zu verstärken hin zu einer echten, integrierten Form. Die neuen technologischen Möglichkeiten (z.B. digitale Bauwerksmodelle) bieten dazu eine gute Grundlage.

- Kunden-/Projektziele

Die Tätigkeiten und Ergebnisse der Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken sind auf die effektiven Ziele der Kunden zu fokussieren.

Die Revision der Norm des LK sollte die Grundzüge der BIM-Methode beherzigen. Der Fokus liegt dabei einerseits auf dem Bereich der digitalen Bauwerksmodelle, zu denen der LK einen Beitrag leistet. Bei der Ausgestaltung der Norm sollten aber auch Prozesse des LK hinterfragt und neu gedacht werden und dies auf Basis von klaren Zielen.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass die Domäne LK bereits eine lange Erfahrung mit digitalen Bauwerksmodellen hat. Im Gegensatz etwa zur Domäne Hochbau verfügt das Katasterwesen seit vielen Jahren über datengestützte Bauwerksmodelle (die Werk- und Leitungskataster). Diese sind zwar lediglich in 2D vorhanden, sind aber objektorientiert und folgen der modellbasierten Arbeitsweise. In der Domäne LK werden die digitalen Bauwerksmodelle typischerweise primär während und für die Betriebsphase erstellt und genutzt (deskriptive Modelle der Werkinformation für den Betrieb und das Erhaltungsmanagement), wohingegen im Hochbau heute die digitalen Bauwerksmodelle typischerweise primär in der Projektphase erstellt und genutzt werden (präskriptive Modelle).

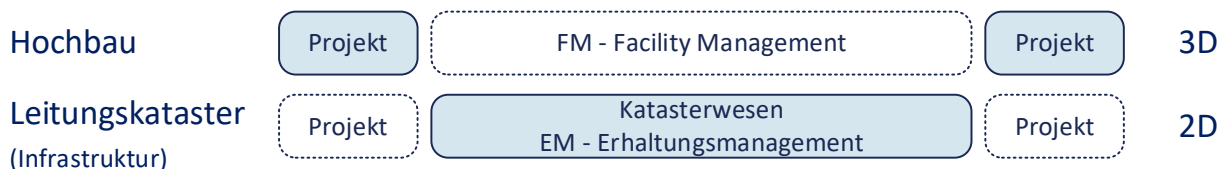


Abbildung 17: Einsatz digitaler Bauwerksmodelle (pauschalisiert) und Übergang Projekt – Betrieb

Die bisherigen typischen Einsatzgebiete und Erfahrungen des Hochbaus und des Katasterwesens bezüglich digitaler Bauwerksmodelle sind demnach unterschiedlich und komplementär und ermöglichen ein gegenseitiges Lernen voneinander. Beide Domänen machen die Erfahrung, dass vor allem der Übergang zwischen der Projekt- und der Betriebsphase von grosser Bedeutung ist und etablierte Lösungen dafür weitgehend noch fehlen.

Kurzeinführung IFC

Industry Foundation Classes (IFC) ist ein offener Standard für den Austausch von digitalen Bauwerksmodellen. Der Standard wird verantwortet von der Organisation buildingSmart International. Es handelt sich um einen offenen, internationalen Standard, der herstellerneutral ist. Er ist für den Austausch von Bauwerksmodellen in der Schweiz und im europäischen Bereich weitgehend etabliert, auch wenn es noch verschiedene Mängel in der Umsetzung in den Softwareprodukten gibt.

IFC definiert einerseits ein Datenmodell und andererseits auch ein Transferformat. Das Datenmodell definiert Objekte der bebauten Umwelt, mit einem bisherigen Anwendungsfokus auf Gebäude. In den letzten Jahren sind sehr stark auch Anwendungen im Infrastrukturbereich hinzugekommen und das Datenmodell von IFC wurde und wird stark auch auf die Abbildung von Infrastrukturobjekten ausgeweitet.

Bei Diskussionen zu IFC im Kontext des LK und INTERLIS ist auf eine Unterscheidung zwischen Datenmodell und Modellierungssprache zu achten, siehe auch Abbildung 18.

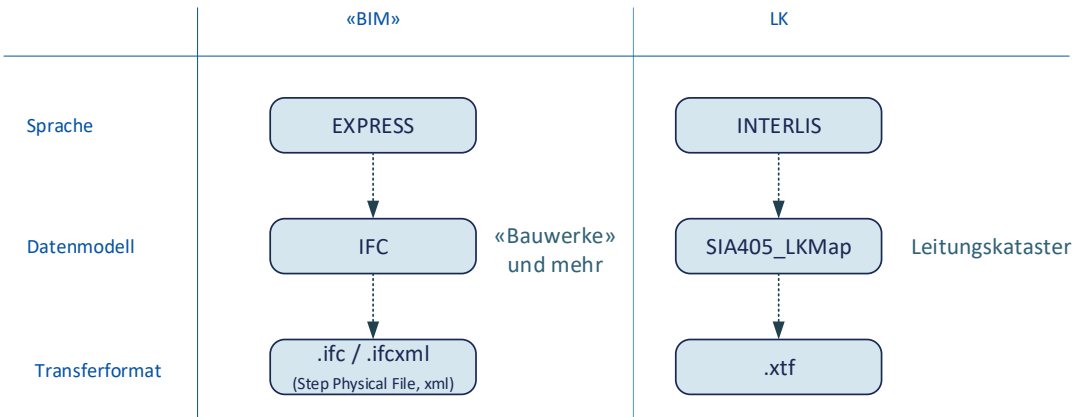


Abbildung 18: Datenmodelle und Modellierungssprachen

IFC ist primär als Datenmodell zu verstehen. Das Datenmodell ist in der Modellierungssprache EXPRESS beschrieben. In Analogie dazu ist im Bereich LK das Datenmodell SIA405_LKMap mit der Modellierungssprache INTERLIS beschrieben.

Während das Datenmodell des LK sehr fokussiert nur gerade diese eine Domäne beschreibt (Leitungskataster für die relevanten Medien) umfasst das Datenmodell von IFC, wie oben erwähnt, den gesamten Bereich der bebauten Umwelt. Die Domäne LK stellt darin nur einen kleinen Subbereich dar.

Sowohl EXPRESS als auch INTERLIS definieren je eigene Austauschformate, mit welchen die konkreten Datenmodelle ausgetauscht werden können. Bei INTERLIS ist dies primär das xtf-Format. Bei EXPRESS ist es das Format Step Physical File, welches im BIM-Kontext mit der Dateiendung .ifc bezeichnet wird.

Das Datenmodell von IFC ist fachlich mit über 700 Klassen sehr umfangreich. Jedoch sind diese Klassen sehr allgemein gehalten und es wird bewusst auf die Definition von detaillierten Eigenschaften der Klassen verzichtet. IFC stellt generische Strukturen bereit, mit denen sich die Eigenschaften der Klassen für konkrete nationale, regionale oder auch projektspezifische Bedürfnisse konkretisieren lassen. Das am häufigsten verwendete Konzept zur Konkretisierung von Eigenschaften sind die so genannten Properties resp. Property-Sets.

Entwicklung von IFC

Der Standard IFC ist schon älter als 20 Jahre und entwickelt sich kontinuierlich weiter. Die nachfolgende Tabelle beschreibt einige aus Sicht des LK relevante Versionen von IFC.

Ver-sion	Beschreibung und Relevanz LK
1.0	Erste Version aus dem Jahr 1997. Keine Relevanz für LK, dient nur der historischen Einordnung.
2x3	2007 publiziert und heute noch die am weitesten verbreitete Version. Inhaltlich v.a. auf den Hochbau fokussiert. Es fehlen mehrheitlich spezifische Klassen für den Infrastrukturbereich. Zur Abbildung von Infrastrukturobjekten müssen Proxy-Elemente verwendet werden.

Ver- sion	Beschreibung und Relevanz LK
	<i>Relevanz LK:</i> Muss evtl. aus Kompatibilitätsgründen noch unterstützt werden. Nach Möglichkeit sollte aber darauf verzichtet werden.
4x1	2017 publiziert. Erste Version mit spezifischen Erweiterungen für den Infrastrukturbereich, insbesondere eingeführt wurden Grundprinzipien der linearen Referenzierung (Alignment). <i>Relevanz LK:</i> Aktuellste offizielle Version. Es fehlen aber noch viele Objekte des Infrastrukturbereichs.
4x3	Publikation im Jahr 2021 vorgesehen. Systematische inhaltliche Erweiterung mit ausgewählten Infrastrukturbereichen (u.a. Rail, Road, Bridge). <i>Relevanz LK:</i> Inhaltlich wahrscheinlich genügende Abdeckung des Infrastrukturbereichs, damit eine Abbildung des LK gut möglich ist.
5.x	Auf der Roadmap zu IFC ist mittelfristig mit einer Version 5 ein systematischer, methodisch-technischer Umbau des Datenmodells und der Modellierungssprache geplant. Dieser Wechsel ist auf fachlicher Sicht wohl weniger relevant und betrifft vor allem die verfügbaren Transferformate und nutzbaren Werkzeuge. <i>Relevanz LK:</i> Bietet langfristig allenfalls eine breit unterstützte Möglichkeit zur Nutzung als Transferformat, welches verbreitete IT-Standards nutzt (z.B. JSON, UML) und somit in Standardwerkzeugen gut unterstützt wird.

Tabelle 13: Ausgewählte Versionen von IFC

Einige der IFC Versionen sind auch als ISO Normen publiziert, die aktuellste ist die Version 4.0 Addendum 2 (ISO 16739:2018).

Eine vollständige Liste aller Versionen ist hier ersichtlich:

<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>

Bis zur Einführung der revidierten SIA 405 dürfte die Version 4x3 offiziell publiziert sein, so dass diese für die Normüberarbeitung im Vordergrund steht. Allenfalls ist zusätzlich dazu auch die Version 2x3 noch zu berücksichtigen, wegen derer nach wie vor starken Verbreitung im Markt.

Nutzung für Leitungskataster

Sofern in der SIA 405 IFC berücksichtigt werden soll, ist eine zentrale Aufgabe, eine Modelltransformation zwischen dem Datenmodell SIA405 sowie IFC aufzuzeigen. Dazu gehört insbesondere auch, das Datenmodell von IFC so zu konkretisieren, dass die relevanten Eigenschaften des LK darin abgebildet werden können. Es gilt, im Datenmodell von IFC diejenigen Klassen zu identifizieren, welche die Objekte des LK am besten repräsentieren können und dann für diese Klassen die relevanten Eigenschaften zu definieren (auf Basis des Datenmodells LK). Für die Definition der Eigenschaften sind entweder bereits vorhandene Definitionen zu verwenden oder spezifische Erweiterungen, in Form von Properties/PropertySets, zu spezifizieren.

Bisher wurden solche Modell-Konkretisierungen und -Transformationen in einzelnen Praxis-Projekten und auch studentischen Arbeiten bereits durchgeführt. Es fehlt aber eine Übersicht der gemachten Erfahrungen oder vorhandener Best Practices. Soweit es im Rahmen dieser Grundlagenarbeit überblickt werden kann, wurden in den bisherigen Arbeiten für LK-Objekte primär die so genannten Distribution-Elemente (IfcDistributionElement) aus IFC verwendet. Dabei handelt es sich aus Sicht IFC eigentlich um haustechnische Komponenten, die jedoch einen ähnlichen Charakter haben wie die Objekte des LK. Eine Alternative dazu ist die Verwendung von so

genannten Proxy-Objekten (IfcBuildingElementProxy) mit einer entsprechenden Typisierung. Die sich ergebenden, weiteren Möglichkeiten aus der neuen Version 4x3 von IFC sind noch zu untersuchen.

IFC als Transferformat

Der LK wurde bisher primär im Kontext geografischer Informationen betrachtet. Entsprechend ist in den Normen auch alleinig INTERLIS als Beschreibungssprache und Transferformat für strukturierte, objektorientierte Daten vorgegeben. Mit einer zukünftigen Annäherung an die «BIM-Welt» rückt der LK näher an die Bauprojekte und es ergeben sich dadurch insbesondere mit IFC auch neue Technologien resp. Standards, mit denen der LK beschrieben und ausgetauscht werden könnte.

Die Modellierungssprache INTERLIS ist in der Schweiz etabliert und dient der Datenmodellierung gut. Eine Abkehr von INTERLIS als primäre Modellierungssprache für den LK scheint daher nicht opportun. Hingegen könnte bezüglich des Transfers von Daten die Verwendung von IFC – als Alternative oder Ergänzung zu INTERLIS - in Betracht gezogen werden.

In einem solchen Szenario würde das Datenmodell des LK original in INTERLIS beschrieben. Über die Mapping-Regeln zu IFC könnte der relevante Bereich aus IFC exakt spezifiziert werden. Die LK-Daten könnten dann mittels IFC zwischen den Systemen ausgetauscht werden. Dabei ist eine parallele Unterstützung beider Transferformate denkbar.

Abbildung 19 veranschaulicht ein mögliches Szenario. Aus den Bauprojekten werden die für den LK relevanten Daten aus den BIM-Software im Format IFC exportiert und an die Katasterstelle übergeben. Die Datenabgabe der Katasterstellen an Dritte könnte dann wie bis anhin in INTERLIS erfolgen (im Sinne von Geodaten).

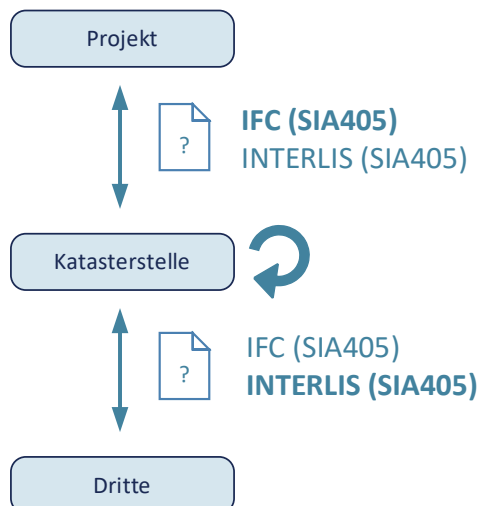


Abbildung 19: Möglicher Einsatz unterschiedlicher Transferformate/-modelle

Momentan werden die digitalen Bauwerksmodelle zumeist noch dateibasiert, in ganzen Operaten ausgetauscht. Die Entwicklung geht mittelfristig hin zum serviceorientierten Austausch von Einzeldatensätzen. Bei einer Anlehnung an oder der Unterstützung des Standards IFC könnten solche Methoden allenfalls auch für den LK eingesetzt werden.

8.5. Grundlagen Bilddaten (Beitrag FHNW)

Motivation

Wenn es darum geht die Lage von Leitungen zu dokumentieren, wird heute meistens eine Spezialistin (Geomatiker) aufgeboden. Der oder die Geomatikerin kommt mit einem genauen Instrument und führt die Einmessung durch. Das präzise Instrument wird durch geschultes Personal bedient und liefert sehr genaue Resultate. Die Resultate werden anschliessend im Erhaltungsmanagement nachgeführt. Ein Teil der erfassten Informationen (z.B. Höhe) wird aber nicht übernommen.

Im heutigen LK werden Vektordaten verwaltet. Die Vektordaten werden in den meisten Fällen mittels 3D Erfassungstechnologien erfasst und danach in 2D dokumentiert. Der Wandel der Technologie in der Erfassungsmöglichkeiten bringt Neuerungen mit sich, welche für ein LK einen hohen Nutzen haben kann. Unter dem Begriff «Reality Capture» versteht man eine exakte, genaue und realitätstreue Erfassung von realen Objekten.

In den letzten Jahren wurden viele Produkte angekündigt, die neue Anwendungsfelder der Digitalisierung adressieren. Die Entwicklung dieser neuen Technologien ist schon sehr weit vorangeschritten, jedoch fehlt es an der Normierung und an der Zulassung dieser neuen Möglichkeiten. Ein wichtiger Aspekt dieser Technologien ist auch, dass die Produkte in einem attraktiven Preissegment liegen und somit auch massenmarktauglich sind.

In der Abbildung 20 wird ein Positionierungssystem mittels GPS gezeigt, welches zusätzlich auch eine integrierte Kamera beinhaltet. Mit der Satellitengestützten Vermessung ist somit jedes Bild direkt und exakt georeferenziert, welches ein schnelles Nachmessen von Informationen im Büro ermöglicht. Dieser Sensor ist eine Erweiterung von der bestehenden Sensortechnik, die heute am Meisten bei der Erfassung von Leitungen im Einsatz ist.



Abbildung 20: Hybride Sensoren wie hier Leica Geosystems GS18I (GPS & Kamera)



Abbildung 21: Datenerfassung mittels einem handelsüblichen Mobiltelefons (Fraunhofer IPM, 2020)

In der Abbildung 21 wird ein Forschungsprojekt «NEXT.TrenchLog» vom Fraunhofer IPM in Zusammenarbeit mit den Bayernwerk Netz GmbH erwähnt. In diesem Forschungsprojekt werden Leitungen mittels eines handelsüblichen Mobiltelefon vermessen. Nach der Datenerfassung werden die Bilder, GNSS Position und die IMU (Inertial Measurement Unit) Daten direkt an einen Server gesendet. Mittels Künstlicher Intelligenz werden die relevanten Objekte erkannt und direkt im Erhaltungsmanagement nachgeführt. Bei grösseren Projekten kann auch zusätzlich eine Drohne für die Datenerfassung eingesetzt werden. Bei den Bildern (siehe

Abbildung 22) handelt es sich um den ersten Prototyp, welcher im Sommer 2020 erstmals getestet worden ist.



Abbildung 22: Erkennung der Objekte mittels KI Ansatz - Durchmesser der Rohre und in Klammern die Wahrscheinlichkeit des neuronalen Netzes (Fraunhofer IPM, 2020)

Bilddaten & Punktwolken

Bilddaten und Punktwolken sind beides keine sehr neuen Datentypen. Die Technologien haben sich jedoch dank der Kommunikationsindustrie und der Fahrzeugnavigation (autonomes Fahren) sehr stark entwickelt. Zusätzlich profitiert die Digitalisierung der Bauindustrie von neuen Lösungsanbietern. Da es aktuell eine Vielzahl von Produkten gibt, möchten wir im folgenden Kapitel auf die Datenhaltung dieser Medien eingehen.

Datenformate

Die untenstehende Tabelle unterscheidet ein paar Datenformate aus dem Bereich Bilddaten & Punktwolken. Die Tabelle vergleicht nur einen Teilbereich der verfügbaren Datenformate. Die Datenformate wurden mit Fokus auf den Anwendungsfall Leitungskataster ausgewählt. Neben einem gebräuchlichen Bildformat *.jpeg, werden auch Formate, welche als Produkte von Bildern erstellt werden können erläutert. Die Formate *.ply und *.obj sind Formate, welches mittels Dreiecksvermaschung Volumenkörper beschreiben. Das «3D-Bild» ist auch ein Bildformat, welches zusätzlich für jedes Bildpixel auch eine Tiefeninformation beinhaltet. Die Datenformate *.las und *.e57 sind zwei klassische Austauschformate von Punktwolken.

Tabelle 14: Vergleich einer Auswahl von Datenformate

	JPEG	PLY/OBJ	3D-Bild	LAS/E57
Typ	Bildspeicherformat	Dreiecksvermaschung	Tiefenbild	Punktwolken
Erfassung	Kamera	Kamera/Laserscanner	Kamera & Tiefensensor	Laser Scanner oder als Produkt von Bildern (Photogrammetrie)
Speicherung	Komprimierte Bildspeicherung, Rasterdarstellung	Punkte, Linien und Flächen mit entsprechender RGB Wert	RGB & T (Tiefe) WerteXYZ und Intensität in einem co-registrierwert, Optional auch ter System	mit RGB
Auflösung	Hohe Datendichte (Bildpixel)	Generalisierte Dreiecksvermaschung (je nach Methode)	Hohe Datendichte, je-Hohe Datendichte je des Bildpixel besitzt eine Tiefeninformation	nach Erfassungsgerät
Nachmessung	-	Möglich auf die entsprechenden Dreiecke	Sehr exakte Messung ist möglich.	Sehr exakte Messung ist möglich
Datenspeicher	Gering	Hoch	Gering	Hoch
Nutzung für LK	★★☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆	★☆☆☆☆

Ergänzungen 3D-Bild

Ein georeferenziertes 3D-Bild ist ein perspektivisches Messbild mit bekanntem Aufnahmestandort und Aufnahme-richtung, wobei jedem Pixel eine Distanzinformation hinterlegt ist. Ein 3D-Bild soll so einfach interpretierbar und nutzbar sein wie ein 2D-Bild, z.B. ein Orthophoto. Ein georeferenziertes 3D-Bild ermöglicht relative und absolute 3D-Messungen, die 3D-Digitalisierung, sowie die Überlagerung und Visualisierung bereits vorhandener 2D- und 3D-Geodaten. Zudem ist es kombinierbar mit bestehenden 2D- und 3D-Geodaten und integrierbar in bestehende Geoinformationstechnologien und -infrastrukturen (Nebiker, 2017).

Nutzung für LK

Die Digitalisierung der Bauindustrie führt dazu, dass wir unsere Prozesse und Abläufe neu organisieren müssen. Arbeiten welche früher nur durch geschultes Personal und mit teurem Equipment durchgeführt worden sind, können heute mit den geeigneten Tools von Jedermann/Jederfrau durchgeführt werden. Neue Erfassungsmöglichkeiten sind aber nur ein Teil der Arbeit. Die Aspekte der effizienten Auswertung und Nachführung der Daten ist ebenso ein sehr wichtiger Punkt. Hinzu kommt, dass man auch in den Normen die Datenhaltung entsprechend anpasst und auch ergänzende Datenformate spezifiziert.

Eine wichtige Frage ist auch, ob die geforderte Genauigkeit eingehalten werden kann. Für den Anwendungsfall LK, können mittels geeigneter Algorithmen Genauigkeiten erreicht werden, welche innerhalb von den LK Toleranzen ($\pm 10\text{cm}$) sind. Dies ist ein wesentlicher Aspekt, warum aktuell diese Technologien und neue Datenhaltungen auch ein Thema sind. Noch vor 5 Jahren war es sehr mühsam die geforderten Genauigkeiten zu erreichen und es brauchte grosses Fachwissen um aus einfachen Bild- oder Scandaten die geforderte Genauigkeit von $\pm 10\text{cm}$ zu erreichen.

8.6. Einbindung von Dateien ins Datenmodell (Beispiel VSA-KEK)

In der VSA-KEK, einer Erweiterung zu SIA405 Abwasser des VSA, werden mit den zwei Klassen Datentraeger und Datei die Möglichkeiten zur Zuordnung von beliebigen Dateien (Bild, Video, Dokument, ...) zu beliebigen Klassen modelliert.

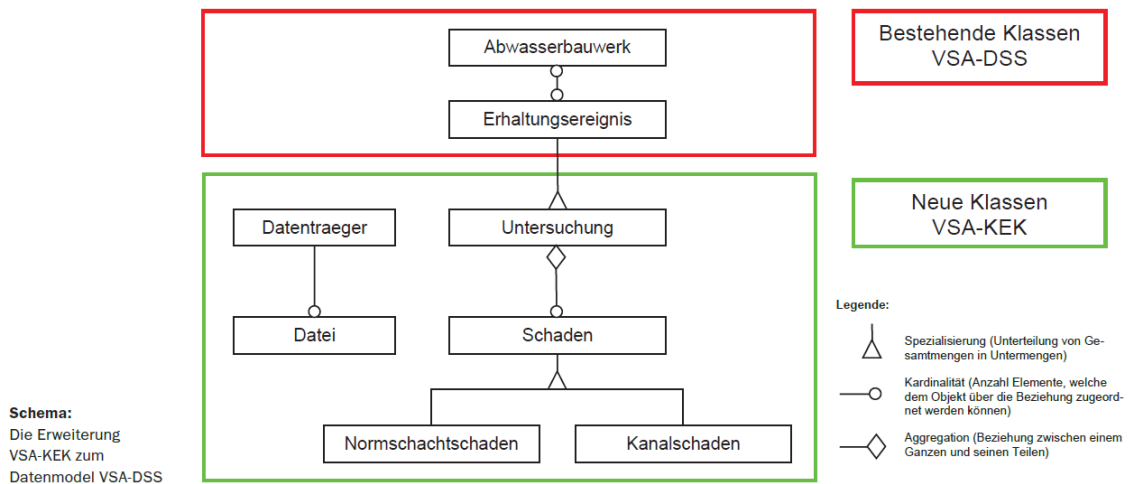


Abbildung 23: Übersicht VSA-KEK Datenmodell

OID *	STANDARDOID	
DatentraegerRef *	STANDARDOID	Schlüssel für die Verknüpfung mit dem Datenträger
Art *	andere digitales_Video Foto Panoramofilm Scan Skizze Textdatei Video	Beschreibt die Art der Datei. Für analoge Videos auf Bändern ist der Typ «Video» einzusetzen. Die Bezeichnung wird dann gleich gesetzt wie die Bezeichnung des Videobandes.
Bemerkung	{Text*80}	
Bezeichnung *	{Text*40}	Name der Datei mit Dateiendung. Z.B video_01.mpg oder haltung_01.ipf
Klasse *	Kanal Normschachtscha- den Kanalschaden Untersuchung ...	Gibt an, zu welcher Klasse des VSA-Datenmodells die Datei gehört. Die Werteliste ist hier nicht vollständig aufgeführt (für Details siehe INTERLIS Beschreibung).
Objekt *	STANDARDOID	Objekt-ID des Datensatzes zu dem die Datei gehört
Relativpfad	{Text*200}	Zusätzlicher Relativer Pfad, wo die Datei auf dem Datenträger zu finden ist. Z.B. DVD_01.

Abbildung 24: Klasse Datei: Auszug Objektkatalog VSA-KEK