



Master Thesis

im Rahmen des

Universitätslehrganges „Geographical Information Science & Systems“
(UNIGIS MSc) am Interfakultären Fachbereich für GeoInformatik (Z_GIS)
der Paris Lodron-Universität Salzburg

zum Thema

„Konzeption digitaler Leitungskataster Kanton Zug“

vorgelegt von

Karin Dober

104846, UNIGIS MSc Jahrgang 2017

Zur Erlangung des Grades

„Master of Science (Geographical Information Science & Systems) – MSc(GIS)“

Rothenburg, 19.09.2019

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig verfasst habe, dass ich sie zuvor an keiner anderen Hochschule und in keinem anderen Studiengang als Prüfungsleistung eingereicht habe und dass ich keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen der Masterarbeit, die wörtlich oder sinngemäss aus Veröffentlichungen oder aus anderweitigen fremden Äußerungen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Karin Dober

Rothenburg, 19.09.2019

Vorwort und Dank

Seit meiner Abschluss-Arbeit an der damaligen Ingenieurschule beider Basel sind nun mehr als 22 Jahre vergangen. Wenn ich daran zurückdenke, und mich vor allem an die Methoden der Recherche von damals erinnere, so bin ich sehr dankbar für die Digitalisierung und die Möglichkeiten, die daraus resultieren. In unserer geografieaffinen Berufsumgebung darf man wohl passend dazu die Redewendung benutzen: «Es liegen Welten dazwischen». Zusätzlich zur stetigen Weiterentwicklung der digitalen Infrastruktur ist aber auch das Bewusstsein, dass sich Wissen durch ein miteinander Teilen vermehrt, eine wesentliche Grundlage für eine erfolgreiche Fortbildung. Somit bin ich allen dankbar, die in irgendeiner Weise – technisch oder inhaltlich - diese Wissensverteilung unterstützen.

Ebenfalls ein grosser Unterschied, ist die Absolvierung eines Fernstudiums. Dies hat es mir überhaupt erst ermöglicht, eine Master-Ausbildung in Angriff zu nehmen. Aufgrund meiner Lebenssituation schätze ich diese Ausbildungsmöglichkeit sehr und kann mit meinen Erfahrungen die Vorteile so steuern, dass sie für meine weitere berufliche Zukunft einen hohen Nutzen bringen. Ich bedanke mich bei Prof. Dr. Josef Strobl und dem UNIGIS Lehrgangsteam für die professionelle und verlässliche Betreuung während des Studiums.

Während der Ausführung meiner Master-Arbeit durfte ich mit vielen verschiedenen Akteuren in Kontakt treten und von ihrem Wissen profitieren. Vorab danke ich dem Team des Amtes für Grundbuch und Geoinformation des Kantons Zug unter Leitung von Markus Hess für die Gelegenheit diese Arbeit auszuführen und für die Unterstützung mit Zeit und Wissen. Bei den Mitarbeitern der Gemeinden oder privaten Institutionen bin ich professionell und geduldig beraten worden. Da ich selbst viele Jahre in der Privatwirtschaft gearbeitet habe, weiss ich, dass oftmals der Zeit- und Kostendruck enorm sind und Befragungen zu einer Studienarbeit nicht zur täglichen Arbeit gehören. Notwendige Datengrundlagen wurden mir grösstenteils bereitwillig zur Verfügung gestellt. Für das entgegengebrachte Vertrauen danke ich allen herzlich.

Besondern Dank gilt auch meiner Familie. Mein Mann und meine drei Mädchen haben mich bestens unterstützt und den einen oder anderen Ausflug ohne mich absolviert. Somit erhoffe ich mir, für meine noch schulpflichtigen Kinder als vorbildliches Beispiel des lebenslangen Lernens voranzugehen.

Kurzfassung

Geodaten sind wertvolle Ressourcen. Diese Feststellung ist nicht neu und die Erstellung von Karten hat bekanntlich eine lange Geschichte. Bei Geodaten geht es aber nicht nur darum Strassen und Gebäude zu verorten, sondern viele Informationen haben einen räumlichen Bezug und sind für verschiedene Anspruchsgruppen von hoher Wichtigkeit. Die Thematik der Geodaten ist komplex und beinhaltet neben Fachwissen aus den Bereichen Informationstechnologie, Geodäsie oder Kartografie auch weitere Fragestellungen zum Beispiel zur Informationssicherheit und Datenschutz. Der Bund hat im Geoinformationsgesetz die juristische Grundlage für Geodaten erlassen. Dem Bundesgesetz folgend waren die Kantone verpflichtet, ihre Gesetzgebungen zu prüfen und wo nötig an das Bundesgesetz anzupassen oder zu erweitern. Im Kanton Zug wurde das Geoinformationsgesetz 2013 in Kraft gesetzt.

Bestandteil des kantonalen Geoinformationsgesetzes ist der Leitungskataster auf Kantonsgebiet. Dieser beinhaltet die geografische Lage der Leitungen mit den zugehörigen ober- und unterirdischen baulichen Anlagen sowie Angaben zum Ver- oder Entsorgungsmedium. Diese Leitungen sind für die funktionierende Infrastruktur unabdingbar. Der Aufbau und das Betreiben dieser Leitungssysteme werden – oftmals historisch bedingt - von unterschiedlichen Organisationen wahrgenommen. Seit jeher sind die Betreiber aber daran interessiert die Lage, Art, Zustand, Dimension und weitere Informationen zu den Leitungen in einem sogenannten Werkkataster zu verwalten, ansonsten der kontinuierliche und störungsfreie Betrieb nicht gewährleistet wäre. Der Leitungskataster ist eine Teilmenge der bestehenden Werkkataster. Die Betreiber verwalten diese Informationen in unterschiedlichen Softwaresystemen und Datenbanken. Erste Schritte zur Harmonisierung dieser unterschiedlich strukturierten Daten im Kanton Zug ist das Kernanliegen dieser Arbeit.

Mit dem Projekt «digitaler Leitungskataster Kanton Zug» soll das Geoinformationsgesetz vollzogen und für berechnigte Anspruchsgruppen der Zugriff auf sämtliche Leitungskatasterdaten im Kanton mittels der Geodateninfrastruktur «GIS Kanton Zug» zugänglich gemacht werden. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Initialisierung des Projektes. Die Initialisierung schafft die Ausgangslage für das Projekt und stellt sicher, dass die Projektziele mit den Zielen und Strategien des Kantons Zug abgestimmt sind. Die Projektgrundlagen und der Projektauftrag werden erarbeitet und der Entscheid zur Projektfreigabe wird getroffen.

Abstract

Geodata are valuable resources. This statement is not new, and the creation of maps has a long history. Geodata is not only about locating roads and buildings, a lot of information has a spatial relation and is of high importance for different stakeholder groups. The subject of geodata is complex and, in addition to specialist knowledge in the fields of information technology, geodesy or cartography, also includes other issues such as information security and data protection. In the Geoinformation Act, the Federal Government has enacted the legal basis for geodata. In accordance with the Federal Act, the cantons were obliged to review their legislation and, where necessary, to adapt or extend it to the Federal Act. In the Canton of Zug, the Geoinformation Act came into force in 2013.

The cantonal Geoinformation Act includes a line register on cantonal territory (pipelines and cables). This includes the geographical location of the lines with the associated above-ground and below-ground structures as well as information on the supply or disposal medium. These lines are indispensable for the functioning infrastructure. The construction and operation of these line systems are - often for historical reasons - carried out by different organisations. However, operators have always been interested in managing the location, type, condition, dimensions and further information on the lines in a so-called works register, otherwise continuous and trouble-free operation would not be guaranteed. The line cadastre is a subset of the existing work cadastre. The operators manage this information in different software systems and databases. The first steps towards harmonising these differently structured data in the Canton of Zug are the core concern of this work.

With the project «digital line cadastre Canton of Zug», the Geoinformation Act is to be implemented and access to all line cadastral data in the canton made accessible to authorised stakeholders by means of the spatial data infrastructure «GIS Canton of Zug». This paper deals with the initialisation of the project. The initialisation creates the initial situation for the project and ensures that the project objectives are aligned with the objectives and strategies of the Canton of Zug. The project basis and the project mandate are worked out and the decision to approve the project is taken.

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung	I
Vorwort und Dank	II
Kurzfassung	III
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangslage	1
1.2 Motivation	2
1.3 Ziel der Masterarbeit	3
1.4 Abgrenzung der Masterarbeit	4
1.5 Aufbau der Masterarbeit	5
2 Grundlagen	6
2.1 Kanton Zug.....	6
2.2 Relevanz Leitungskataster.....	7
2.3 Grundlegende Motivation	9
2.3.1 Informationen vereinheitlichen	9
2.3.2 Übersicht schaffen	9
2.3.3 Investitionen schützen.....	9
2.3.4 Innovationen ermöglichen	9
2.4 Begriffserläuterung	10
2.4.1 Geodaten	10
2.4.2 Geoinformation	10
2.4.3 Geobasisdaten	10
2.4.4 Werkinformation.....	10
2.4.5 Leitungskataster.....	11
2.4.6 Werkeigentümer, Werkeigentümerin	11
2.4.7 INTERLIS	11
2.4.8 SIA.....	12
2.4.9 LKMap	12
2.4.10 DXF	13
2.4.11 GIS Kanton Zug.....	13
2.5 Kantonale Rahmenbedingungen.....	14
2.5.1 Allgemeine Bedingungen.....	14
2.5.2 Gesetzliche Bedingungen	14
2.6 Abgrenzung	16

3	Zielsetzung und Strategiebezug	17
3.1	Projektziele der kantonalen Verwaltung	17
3.2	Systemziele.....	18
3.3	Strategiebezug kantonale Verwaltung.....	19
4	Situationsanalyse	20
4.1	Leitungskataster international	20
4.2	Leitungskataster national.....	22
4.3	Leitungskataster kantonal.....	23
4.4	Eigentumsverhältnisse der Ver- und Entsorgungswerke im Kanton Zug	24
4.5	Verwaltung und Nachführung der Werkinformationen im Kanton Zug	25
4.6	Erkenntnisse aus Pilotstudie digitaler Leitungskataster Gemeinde Baar	25
4.6.1	Technische Besonderheiten	28
4.6.2	Administrative Besonderheiten	31
4.7	Dateneinsicht und -bezug Leitungskataster im Kanton Zug heute	32
5	Erwägungen technische Umsetzung	33
5.1	Geodatenmodell.....	33
5.1.1	Varianten.....	33
5.1.2	Bewertung und Fazit.....	38
5.2	Geodatentransfer.....	42
5.2.1	Varianten.....	43
5.2.2	Bewertung und Fazit.....	46
5.3	Kostenzuweisung	49
6	Projekt-Risiken	50
7	Rechtsgrundlageanalyse	54
7.1	Bevorstehende Änderungen	54
7.2	Identifizierte Lücken	54
7.2.1	Unvollständige und inhomogene Datenbestände	54
7.2.2	Nutzungsbestimmung.....	55
7.2.3	Zugriffsberechtigung	55
7.3	Vorschläge zur Deckung von Lücken	55
7.3.1	Technische Vorschriften.....	55
7.3.2	Nutzungsbestimmung.....	56
7.3.3	Zugriffsberechtigung	56
7.4	Beurteilung der Konsequenzen	57
7.5	Empfehlung	57

8	Schutzbedarfsanalyse	58
8.1	Informationssicherheit.....	58
8.2	Datenschutz	59
8.3	Schutzbedarfsanalyse nach HERMES	60
9	Projektmanagementplan.....	61
9.1	Szenario mit Phasen und Meilensteinen	61
9.2	Organisation	62
9.3	Projektergebnisstrukturplan	63
9.4	Grober Terminplan	64
9.5	Kosten-, Ressourcen- und Beschaffungsplan.....	65
9.6	Kommunikationsplan und Reporting.....	65
10	Schlussbetrachtung und Ausblick.....	66
10.1	Betrachtung der Forschungsziele	66
10.2	Empfehlung und Konsequenzen	70
10.3	Ausblick	72
	Literaturverzeichnis.....	74
	Abbildungsverzeichnis	78
	Tabellenverzeichnis	79
	Abkürzungsverzeichnis / Glossar	80

1 Einleitung

Die vorliegende Masterarbeit befasst sich mit den Leitungskatasterdaten auf dem Gebiet des Kantons Zug. Das kantonale Amt für Grundbuch und Geoinformation (AGG) hat die Arbeit angeregt und begleitet.

Das AGG ist zuständig für die Sicherstellung des Grundstückverkehrs sowie für die Bereitstellung und Verwendung räumlicher Daten. Das Amt ist in drei Abteilungen unterteilt. Die Abteilung Grundbuch verantwortet die Führung des Grundbuchs als öffentliches Register, in welchem die rechtsgültigen Grundstücke und deren Besitzer verwaltet werden. Die Abteilung Vermessung leitet, beaufsichtigt und verifiziert die amtliche Vermessung (AV) im Kanton, welche die Grundlagen des Privateigentums an Grund und Boden bereitstellt. Die Abteilung Geoinformation koordiniert die Geodaten des Kantons Zug und stellt Geodaten der Allgemeinheit oder, je nach gesetzlicher Vorgabe, einer bestimmten Anspruchsgruppe zur Verfügung. Die Thematik Leitungskataster wird dieser Abteilung zugeordnet.

1.1 Ausgangslage

Geodaten¹ sind wertvolle Ressourcen. Sie liefern wichtige Arbeits- und Entscheidungsgrundlagen für die Gesellschaft. Dies gilt sowohl für Wirtschaft und Wissenschaft als auch für Politik und Verwaltung. Für den Geoinformationsmarkt Schweiz wurden 2016 im Auftrag von swisstopo (Bundesamt für Landestopografie) und SOGI (Schweizerische Organisation für Geoinformation) eine Marktanalyse und Wirtschaftsmonitoring durchgeführt. In dieser Studie beurteilen fast die Hälfte der befragten 600 Unternehmen den Einfluss von Geoinformationen auf ihren Geschäftsgang als mittelgross bis sehr gross². Auch wenn aus dieser Befragung keine konkrete Quantifizierung auf die Volkswirtschaft resultiert, decken sich die Aussagen im Grundsatz mit anderen Studien, die den Zugang zu Geoinformationen als Voraussetzung für Produktivitätssteigerung und Konkurrenzfähigkeit bezeichnen³. Konkret quantifiziert eine im Jahre 2008 gemachte Studie von ACIL Tasman den volkswirtschaftlichen Nutzen für die australische Wirtschaft und begründet in der Studie, dass die sachkundige Verwendung von Geoinformationen die Produktivität erhöht und Risiken reduziert⁴.

¹ Siehe dazu: Kapitel 2.4.1 Geodaten

² Frick et al. 2016 Seite 50

³ Fornefeld et al. 2004 Seite 163

⁴ ACIL Tasman Pty Ltd 2008

Der Bund hat mit dem Gesetz über Geoinformation (Geoinformationsgesetz, GeolG; SR 510.62)⁵ und der Verordnung über Geoinformation (Geoinformationsverordnung, GeolV; SR 510.620)⁶ die juristischen Grundlagen für die Geoinformationen geschaffen. Das Gesetz stellt sicher, dass geographische Informationen über das Gebiet der Schweiz für eine breite Nutzung und zu angemessenen Kosten zur Verfügung stehen. Es legt auch die Grundsätze fest, damit Geobasisdaten⁷ gesamtschweizerisch harmonisiert und über alle Verwaltungsbereiche hinweg ohne technische Hindernisse ausgetauscht werden können.

Dem Bundesgesetz folgend waren die Kantone verpflichtet, ihre Gesetzgebungen zu prüfen und wo nötig dem Bundesgesetz anzupassen oder zu erweitern⁸. Der Kantonsrat des Kantons Zug hat mit dem Gesetz über Geoinformation im Kanton Zug (Geoinformationsgesetz, GeolG-ZG; BGS 215.71)⁹ die notwendige Erweiterung vollzogen. Das GeolG-ZG setzt die Vorgaben des Bundes um und bestimmt die Organisation für den Vollzug des Bundesrechts. Die einheitliche Erfassung und Nachführung der Geobasisdaten auf Kantonsgebiet sowie deren Veröffentlichung sind unter anderen Gegenstand und Zweck dieser Gesetzgebung.

1.2 Motivation

Der Leitungskataster ist nach Gesetzgebung des Kantons Zug ein Geobasisdatensatz. Gestützt auf das GeolG-ZG legt die vom Regierungsrat Kanton Zug erlassene Verordnung über Geoinformation im Kanton Zug (Geoinformationsverordnung, GeolV-ZG; BGS 215.711)¹⁰ den Inhalt zum Leitungskataster fest.

Ein kantonaler Leitungskataster über das ganze Kantonsgebiet und über alle Leitungskataster-Medien¹¹ existiert im Kanton Zug derzeit nicht. Die kantonale Verwaltung hat das Projekt bereits im Jahr 2014 einmal gestartet, dann in einer frühen Phase wieder gestoppt. An mehreren Sitzungen der GIS-Konferenz¹² wurde der Wunsch geäußert, das Projekt wieder aufzunehmen und zum Abschluss zu bringen.

⁵ Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft 05.10.2007, Stand 01.10.2009.

⁶ Schweizerischer Bundesrat 21.05.2008, Stand 01.01.2018.

⁷ Geodaten, die auf Recht setzenden Erlass beruhen, siehe dazu: Kapitel 2.4.3 Geobasisdaten

⁸ Geoinformationsgesetz, GeolG; SR 510.62, Art. 46 Abs. 4

⁹ Kantonsrat Kanton Zug 29.03.2012, Stand 29.06.2019.

¹⁰ Regierungsrat Kanton Zug 18.12.2012, Stand 01.01.2019.

¹¹ Leitungskataster-Medien: Elemente der Leitungsnetzver- und -entsorgung wie Wasser, Abwasser, Elektrizität, Gas, Kommunikation Fernwärme; siehe auch Kapitel 2.2 Relevanz

¹² GIS-Konferenz berät alle strategischen kantonalen Geschäfte im GIS-Bereich. Sie setzt sich zusammen aus Leitungspersonen kantonaler und kommunaler Fachstellen; GeolV-ZG, BGS 215.711, § 6

1.3 Ziel der Masterarbeit

Mit dem digitalen Leitungskataster Kanton Zug soll das kantonale Geoinformationsgesetz vollzogen und die Leitungskatasterdaten im GIS Kanton Zug¹³ den berechtigten Personen zugänglich gemacht werden. Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist die Konzeptionierung des Leitungskatasters Kanton Zug unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorgaben¹⁴ und der Zielsetzung der kantonalen Verwaltung¹⁵.

Die operativen Teilschritte bestehen aus:

- Analyse Ist-Zustand (bestehende Ausgangslage an vorhandener Geodatenstruktur, heutige Organisation des Leitungskatasters)
- Gewählte Variante des Geodatenmodells prüfen und bewerten
- Organisatorische Varianten der Datenlieferung aufzeigen und bewerten
- Ermittlung der Projekt- und Betriebsrisiken
- Erstellung des Projektplanes
- Analyse der bestehenden kantonalen Rechtsgrundlagen auf Ergänzungen oder Anpassungen
- Pilotstudie Leitungskataster Gemeinde Baar

¹³ Geoinformationssystem des Kantons Zug. Mit Informatikmitteln geführtes Informationssystem für die Bewirtschaftung der Geobasisdaten; GeoIG-ZG, BGS 215.71, § 3 Abs. 2 lit. c

¹⁴ Siehe dazu: Kapitel 2.5.2 Gesetzliche Bedingungen

¹⁵ Siehe dazu: Kapitel 3.1 Projektziele der kantonalen Verwaltung

1.4 Abgrenzung der Masterarbeit

Die kantonale Verwaltung Zug verwendet, wie viele andere öffentliche Institutionen, die Projektmanagementmethode HERMES. Die Projektmanagement-Methode HERMES unterscheidet 4 Phasen¹⁶. Die vorliegende Arbeit entspricht der ersten Phase «Initialisierung». Die Phase Initialisierung nach HERMES schafft eine Ausgangslage für das Projekt und stellt sicher, dass die Projektziele mit den Zielen und Strategien der Organisation abgestimmt sind. Die Projektgrundlagen und der Projektauftrag werden erarbeitet und der Entscheid zur Projektfreigabe wird getroffen. Nicht Bestandteil dieser Arbeit sind die darauf aufbauenden Phasen: Konzept, Realisierung und Einführung.

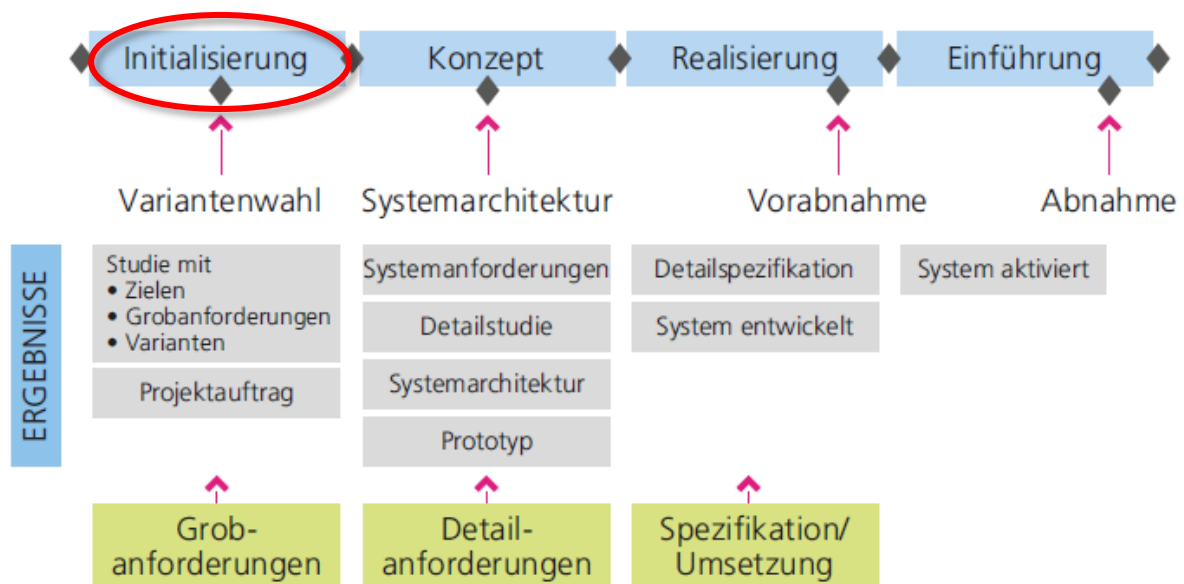


Abbildung 1: Phasen und Anforderungen, Handbuch HERMES 5.1¹⁶

¹⁶ Mourgue d'Algue et al. 2014 Seite 21

1.5 Aufbau der Masterarbeit

In den Kapiteln 2 bis 6 sind die Projektgrundlagen analog des HERMES-Moduls Studie enthalten. In den Kapiteln 7 und 8 werden die juristischen Aspekte der HERMES-Module Schutzbedarfsanalyse und Rechtsgrundlageanalyse erörtert. Nachfolgend wird der Projektmanagementplan in Kapitel 9 behandelt und im Anschluss folgt das Kapitel 10 zur Schlussbetrachtung und Ausblick der Master-Arbeit.

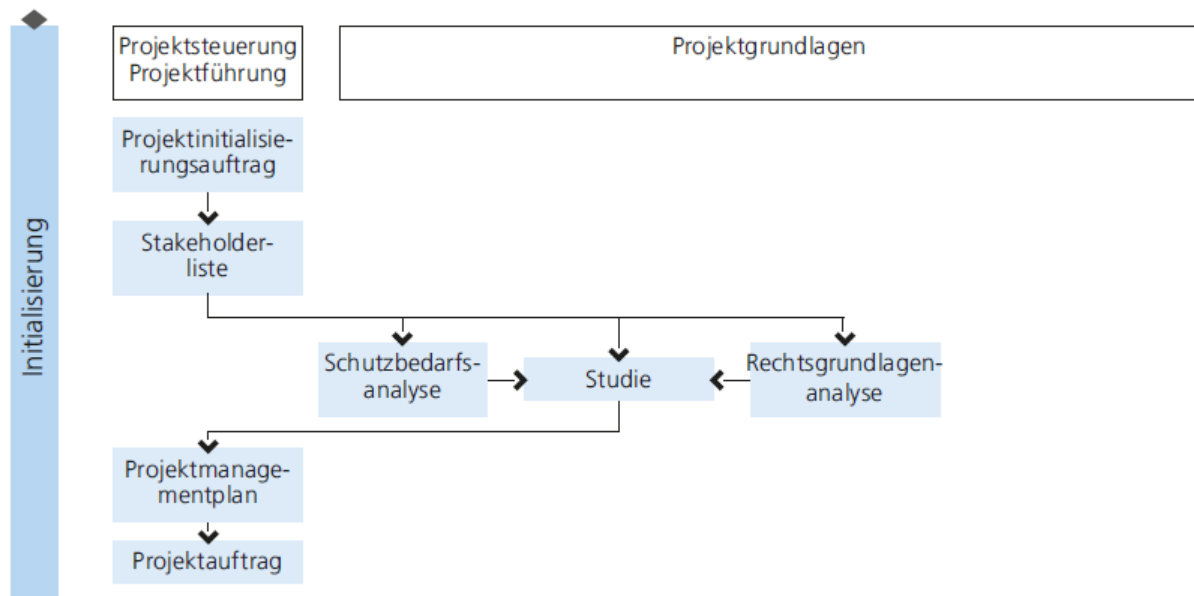


Abbildung 2: Diagramm Phase Initialisierung, Handbuch HERMES 5.1¹⁷

Die HERMES-Dokumente der Projektsteuerung (Projektinitialisierungsauftrag, Stakeholderliste, Schutzbedarfsliste, Rechtsgrundlageanalyse und Projektauftrag) sind als interne Dokumente der kantonalen Verwaltung klassifiziert und als solche nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit.

¹⁷ Mourgue d'Algue et al. 2014 Seite 11

2 Grundlagen

2.1 Kanton Zug

Der Kanton Zug liegt im deutschsprachigen Teil der Schweiz und gehört mit 240 km² flächenmässig zu den drei kleinsten Kantonen. Allerdings kann der Kanton Zug, aufgrund seiner Bevölkerungszunahme in den letzten 50 Jahren, zu den attraktivsten Wohngebieten der Schweiz gezählt werden. Die Bevölkerung wuchs von 1970 bis 2017 von 68'000 auf rund 125'000 an, was einer Zunahme von 84% entspricht¹⁸. Im Vergleich dazu betrug die Bevölkerungszunahme der Schweiz im gleichen Zeitraum lediglich 35%.

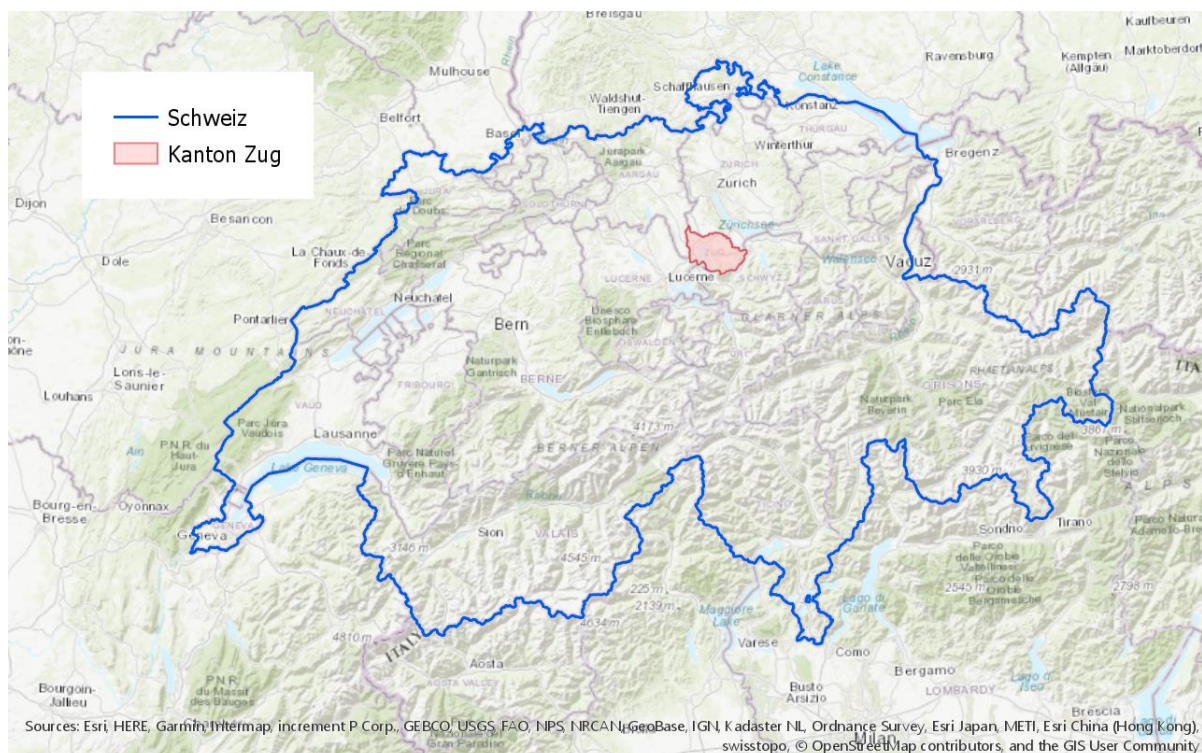


Abbildung 3: Kartenübersicht, Schweiz und Kanton Zug

Entsprechend dieser Bevölkerungszunahme wurden im Kanton Zug in den vergangenen Jahren nicht nur Wohn- und Gewerbebauten erstellt, sondern auch die notwendige technische Infrastruktur¹⁹ ausgebaut. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Infrastruktur sind die unter- und oberirdischen Leitungen. Leitungen bestehen aus Röhren- oder Kabelverbindungen. Bedeutsam ist, dass die Infrastruktur einer Abnutzung und somit einer begrenzten Lebensdauer unterworfen ist. Die Lebensdauer der Leitungsnetze im Bereich Wasser (Trinkwasser und Abwasser) wird beispielsweise je nach Material auf

¹⁸ <www.zg.ch/behoerden/baudirektion/statistikfachstelle/themen/01bevoelkerungszahlen/bevoelkerungsstand> letzter Zugriff 21.08.2019

¹⁹ Bestandteile technische Infrastruktur: Ver- und Entsorgung, Kommunikation, Verkehr; Schalcher et al. 2011 Seite 33

etwa 50 bis 80 Jahre²⁰ bemessen. Somit muss diese Infrastruktur, die in der Vergangenheit aufgrund der Bevölkerungszunahme erstellt wurde, in den kommenden Jahren kontinuierlich ersetzt werden.

2.2 Relevanz Leitungskataster

Für eine funktionierende kommunale Infrastruktur sind Leitungsnetze unabdingbar. Die meist im Untergrund verlaufenden Verbindungen aus Rohren ermöglichen die kontinuierliche Zu- und Abfuhr von Wasser oder die Belieferung von Gas. Kabelverbindungen bewerkstelligen die Versorgung mit Elektrizität oder mit Kommunikationssignalen. Kenntnisse über Lage, Verwendung oder Beschaffenheit dieser Verbindungen sind wesentlich für den Gebrauch, die Instandhaltung und den weiteren Ausbau der Leitungs- oder Kabelnetze. Verschiedene Gesetze²¹ auf nationaler Ebene verlangen daher, dass die Leitungsverläufe erfasst werden. Das kantonale Geoinformationsgesetz (GeolG-ZG; BGS 215.71) schreibt in § 16 wie folgt vor:

- Abs. 1 Die Einwohnergemeinden betreiben einen digitalen Leitungskataster.
- Abs. 2 Aus dem Leitungskataster gehen die geografische Lage sowie Art und Grösse von Leitungen der Ver- und Entsorgung mit ihren ober- und unterirdischen baulichen Anlagen hervor.

Die kantonale Geoinformationsverordnung (GeoIV-ZG; BGS 215.711) legt auf der Grundlage der kantonalen und nationalen Gesetzgebung, den Leitungskataster in § 30 als Geobasisdatensatz²² wie folgt fest:

- Art. 1 Der Leitungskataster umfasst die Leitungen und Anlagen der Grob- und Feinerschliessung.
- Art. 2 Gegenstand des Leitungskatasters sind Leitungen und Anlagen für:
- a) Wasser (inkl. Sonderbauwerke, Schächte, Kontrollschächte und Wasserkammern)
 - b) Abwasser (inkl. Sonderbauwerke, Schächte, Kontrollschächte und Leitungen im überkommunalen Netz)
 - c) Elektrizität
 - d) Gas (mit Ausnahme Rohrleitungsgesetz; RLG, SR 746.1)
 - e) Kommunikation
 - f) Fernwärme

²⁰ Peter et al. Seite 49 Tabelle 11

²¹ Siehe dazu: Kapitel 2.5.2 Gesetzliche Bedingungen

²² <<https://geobasisdaten.ch/index.php?lang=de&loc=ZG&s=catalog&m=2>> ID=13-ZG
letzter Zugriff 21.08.2019

Ebenfalls ist die Aufnahme ins GIS Kanton Zug in § 31 dieser Verordnung festgehalten

Abs. 1 Die Gemeinde integriert die Geobasisdaten des Leitungskatasters durch Datentransfer und regelmässige Nachlieferung in das GIS Zug oder ermöglicht deren Verknüpfung mit der eigenen Datenbank oder mit der Datenbank der Werkeigentümerin oder des Werkeigentümers.

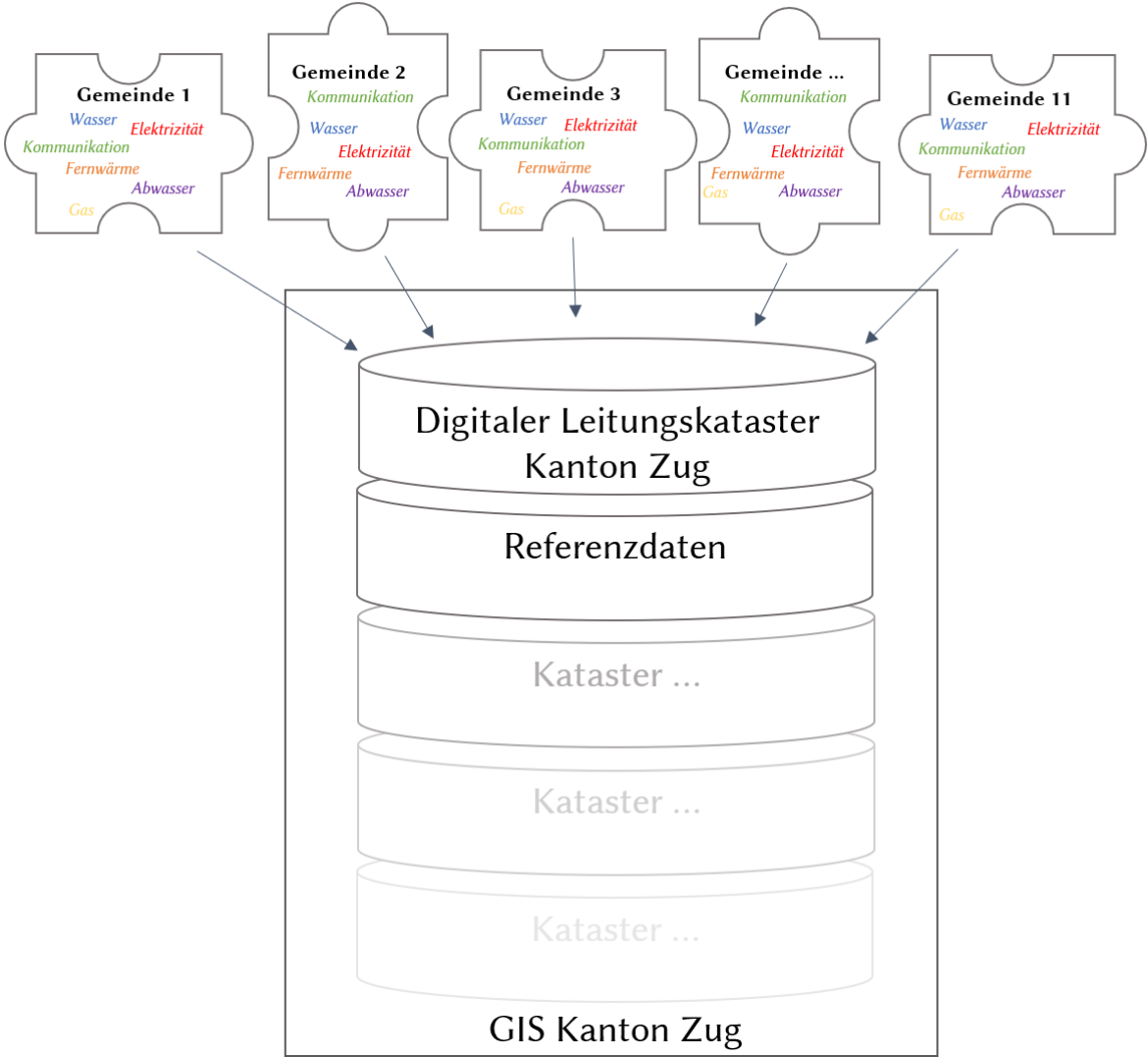


Abbildung 4: Schema digitaler Leitungskataster im GIS Kanton Zug

2.3 Grundlegende Motivation

2.3.1 Informationen vereinheitlichen

Homogene Datenbestände ermöglichen die effiziente Interpretation, vereinfachen Planungen über Gemeindegrenzen hinweg und unterstützen Auswertungen über den ganzen Kanton. Einheitliche und vollständige Angaben über Lage und Beschaffenheit sichern bestehende Leitungen bei Bauarbeiten. Die Vereinheitlichung begünstigt auch die Verwendung einer einheitlichen Fachsprache und Denkweise verschiedener Fachpersonen.

2.3.2 Übersicht schaffen

Der Leitungskataster hat zum Ziel, den gesamten durch Ver- und Entsorgungsleitungen belegten Raum zu dokumentieren. Obwohl die heute vorhandenen Leitungsnetze zuverlässig funktionieren, ist eine vollständige Übersicht über ganze Gemeindegebiete und über alle Leitungskatastermedien nicht möglich. Somit kann auch keine Aussage über deren vollständigen Erhebung gemacht werden. Die ganzheitliche Übersicht über das gesamte Kantonsgebiet ist mit der heutigen heterogenen Datenverwaltung nicht gegeben. Vollständige Informationen sind notwendig als Grundlage für eine integrale und nachhaltige Planung²³.

2.3.3 Investitionen schützen

Die materiellen und immateriellen Werte der Leitungsnetze sind enorm²⁴. Auch wenn private Institutionen die Netze erstellen und betreiben, hat der Staat ein Interesse an deren nachhaltigen Bewirtschaftung und wahren Kostenrechnung²⁵. Funktionierende unter- und oberirdische Leitungssysteme leisten einen wesentlichen Beitrag zu einer hohen Lebensqualität und Wohlbefinden der gesamten Bevölkerung.

2.3.4 Innovationen ermöglichen

Die Ver- und Entsorgungsnetze sind in den letzten Jahrzehnten stetig gewachsen. Was in nächsten Jahren noch kommt, ist nicht bekannt. Da heute keine Gesamtsicht der Leitungsinformationen möglich ist, ist für Aussenstehende nicht bekannt, wo eine Veränderung oder eine Zusammenarbeit der verschiedenen Werkeigentümer einen zusätzlichen Nutzen bringen könnte. Als Beispiele seien die Entwicklungen im Bereich

²³ Leitungsgruppe des NFP 54 2011 Seite 23, Empfehlung 6

²⁴ Die kommunalen Netzinfrastrukturen haben schweizweit einen Wiederbeschaffungswert von insgesamt rund 460 Milliarden Franken. Schalcher et al. 2011 Seite 133, Tabelle 1

²⁵ Hauser und Tenger Seite 24

der Elektrizität und der Fernwärme erwähnt, die vermehrt auf kleinräumige Verbünde schliessen lassen oder aber auch ein Leerrohrmarkt könnte nutzbringend sein.

2.4 Begriffserläuterung

2.4.1 Geodaten

Geodaten sind raumbezogene Daten, die mit einem bestimmten Zeitbezug die Ausdehnung und Eigenschaften bestimmter Räume und Objekte beschreiben, insbesondere deren Lage, Beschaffenheit, Nutzung und Rechtsverhältnisse.²⁶

Beispiel: Strassen oder Wasserhydranten, wenn diese Geodaten auf einer Plandarstellung mit besonderer Signatur gekennzeichnet sind.

2.4.2 Geoinformation

Raumbezogene Informationen, die durch die Verknüpfung von verschiedenen Geodaten gewonnen werden, werden als Geoinformationen bezeichnet.²⁷

Beispiel: Abfrage der kürzesten Strassenverbindung zwischen zwei Wasserhydranten.

2.4.3 Geobasisdaten

Geobasisdaten sind Geodaten, die auf einem rechtsetzenden Erlass des Bundes, eines Kantons oder einer Gemeinde beruhen.²⁸

2.4.4 Werkinformation

Die Werkinformationen stellen die Gesamtheit aller Daten eines Leitungsmediums in einem Ver- oder Entsorgungsgebiet dar, die ein Werkleitungsbetreiber für den Betrieb und den Unterhalt seines Leitungsnetzes benötigt. Sie umfassen Lageinformationen (Koordinaten) und eine Vielzahl von Sachinformationen und dienen dem Werkeigentümer für seine Infrastrukturplanung (Neubau, Ersatz, Sanierung, Unterhalt), Netzberechnungen und für betriebswirtschaftliche Zwecke. Die Erhebung, Nachführung und Verwaltung der Werkinformationen liegt in der Verantwortung der Werkeigentümer.²⁹

²⁶ GeolG; SR 510.62, Art. 3, Abs. 1, lit. a

²⁷ GeolG; SR 510.62, Art. 3, Abs. 1, lit. b

²⁸ GeolG; SR 510.62, Art. 3, Abs. 1, lit. c

²⁹ Schweizerische Norm SN532405:2012 Seite 6

2.4.5 Leitungskataster

Der Leitungskataster ist die Teilmenge der Werkinformation, die es erlaubt, den durch Leitungen und Trassenführung verschiedener Medien belegten Raum grafisch darzustellen. Er umfasst die zugehörigen Geodaten in einem Ver- und Entsorgungsgebiet. Der Leitungskataster ist ein wichtiges Koordinationsinstrument für Orientierungs- und Planungsaufgaben im öffentlichen Raum.²⁹

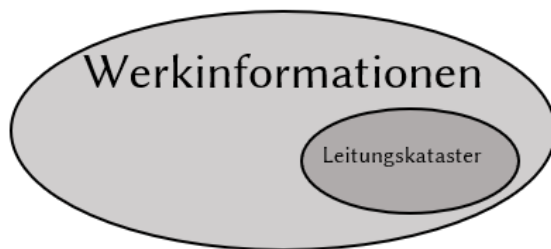


Abbildung 5: Schema Leitungskataster als Teilmenge Werkinformation

2.4.6 Werkeigentümer, Werkeigentümerin

Die Bezeichnung Werkeigentümer oder Werkeigentümerin wird für Einzelpersonen oder Organisationen verwendet, die Ver- oder Entsorgungsanlagen und Leitungen in ihrem rechtlichen Eigentum haben. Als Werke im rechtlichen Sinne gelten Gebäude sowie bauliche oder technische Anlagen, die mit dem Erdboden, sei es direkt oder indirekt, fest verbunden sind (Obligationenrecht, OR; SR 220)³⁰. Leitungen zur Versorgung und Entsorgung, die sich ausserhalb des Grundstücks befinden, dem sie dienen, gehören dem Eigentümer des Werks, von dem sie ausgehen oder dem sie zugeführt werden (Zivilgesetzbuch, ZGB; SR 210)³¹. Es gibt unterschiedliche Eigentumsformen, die zur Anwendung kommen wie Aktiengesellschaften, Genossenschaften, Einwohnergemeinden, Korporationen, Vereine und weitere. In der Fachliteratur werden auch die Begriffe wie Werkleitungsbetreiber, Werkbetreiber, Leitungseigentümer, Datenherr verwendet. Umgangssprachlich ist in der Schweiz der Begriff «der Werkeigentümer» oder in Mehrzahlform «die Werkeigentümer» weit verbreitet. In dieser Arbeit wird daher hauptsächlich diese Formulierung verwendet.

2.4.7 INTERLIS

INTERLIS (SN 612030 und SN612031, siehe auch eCH-0022 und eCH-0031)³² ist eine formale Sprache zur Beschreibung von Daten und ermöglicht demgemäss den Austausch von geografischen Informationen. Ursprünglich wurde die Sprache entwickelt, um den

³⁰ Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft 30.03.1911, Stand 01.04.2017 vgl. Art. 58

³¹ Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft 10.12.1907, Stand 01.01.2018 Art. 676 Abs. 1

³² <<https://www.ech.ch/de/node/36453>>
letzter Zugriff 21.08.2019

Datenaustausch in der amtlichen Vermessung zu erreichen. INTERLIS-Modell-Beschreibungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie für den Fachanwender einfach lesbar und nachvollziehbar sind. Modellbeschreibung und die Beschreibung des Transfers sind strikt getrennt. Der Austausch besteht aus einer konzeptionellen Beschreibung des Datenmodells und einer sequenziellen Transferdatei. INTERLIS wird hauptsächlich in der Schweiz angewendet und ist in verschiedenen Bereichen der Geoinformation für den Austausch amtlich vorgeschrieben. Es existieren zwei Sprachversionen. Die erste Sprachversion, hier benannt als INTERLIS 1, ist objekt-relational aufgebaut. Die zweite Sprachversion, genannt INTERLIS 2, hingegen ist objektorientiert. INTERLIS 1 verwendet ein ASCII-Format zur Datenkodierung (INTERLIS-Transfer-Format ITF). Für den Datentransfer verwendet INTERLIS 2 eine XML-Kodierung. Die Kodierungsregeln für die Formatdefinitionen sind eindeutig spezifiziert³³. Die aktuell meist genutzte Version ist INTERLIS 2 Version 2.3.

2.4.8 SIA

Der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA) ist massgebender Berufsverband für Fachleute der Bereiche Bau, Technik und Umwelt. Die Mitglieder aus diesen Berufsgruppen bilden ein interdisziplinäres Netzwerk. Bekannt ist der SIA insbesondere für sein Normenwerk. Der Verband erarbeitet, unterhält und publiziert zahlreiche Normen, Ordnungen, Richtlinien, Empfehlungen und Dokumentationen, die für die schweizerische Bauwirtschaft relevant sind. Rund 200 Kommissionen entwickeln das Normenwerk stetig weiter. Diese Normen sind bedeutsam und schliessen Lücken zwischen gesetzlichen Bestimmungen und technischer Umsetzung. Für den Leitungskataster ist die die Norm SIA 405 von Bedeutung. Sie gilt für den Austausch und die Publikation von Werkinformations- und Leitungskatasterdaten und regelt den minimalen Dateninhalt und die Strukturierung der Werkinformation und des Leitungskatasters.

2.4.9 LKMap

Das Datenmodell LKMap ist ein auf die Darstellung des Leitungskatasters optimiertes Geodatenmodell aus der Norm SIA 405 (vollständige Bezeichnung: SIA 405 LKMap). Das Modell ist erarbeitet worden, um die Informationen verfügbar zu machen, die es erlauben einen Leitungskatasterplan zu erstellen. LKMap beschreibt den Umfang und die Struktur der Geodaten, die aus den einzelnen Werkinformationssystemen extrahiert und zur Darstellung des zusammengefügteten Leitungskatasterplans verwendet werden. Das Datenmodell ist einfach gehalten und beinhaltet als Geometrieobjekte die Tabellen Fläche, Linie und Punkt sowie reine Attributtabelle zum Verwalten von Meta- und

³³ Kompetenzzentrum INTERLIS/AVS, Eidgenössische Vermessungsdirektion 1999; KOGIS 2006.

Objektinformationen. Die Bezeichnungen der Aufzählungslisten entsprechen den SIA-Normen für Werkleitungen. Das UML-Diagramm³⁴ ist im SIA Merkblatt 2016 enthalten. Merkblätter enthalten Erläuterungen und ergänzende Regelungen zu speziellen Themen. Das Genehmigungsverfahren ist gegenüber den Normenblättern vereinfacht. Die Normendokumente der SIA sind lizenziert und kostenpflichtig. Die Publikation des UML-Diagramms für LKMap wird an dieser Stelle daher unterlassen. Für weitere Informationen zum Modell wird auf die Internetseite der SIA verwiesen. Insbesondere auf die Präsentationen die das Diagramm beinhalten. Das konzeptionelle Schema von LKMap ist in INTERLIS beschrieben und frei verfügbar³⁵.

2.4.10 DXF

Das DXF-Format ist ein von der Firma Autodesk entwickeltes Format für den Datenaustausch digitaler Zeichnungen (CAD). Das Format wird von der Herstellerfirma offen dokumentiert. Es handelt sich um eine einfache Datenstruktur. Das DXF-Format ist aber umständlich für den Austausch verschiedener Sachdaten je Objekt und zudem dimensionslos. Es ist eine Zusatzinformation über die Dimension oder eine Transformation beim Import notwendig. Weil sich das DXF-Format als De-facto-Standard (Industriestandard) etabliert ist, hat es für den Datenaustausch eine grosse Bedeutung. In der Norm SIA 405 ist unter anderem das Datenreferenzmodell GEO405/DXF festgelegt.

2.4.11 GIS Kanton Zug

Das kantonale Geoinformationsgesetz³⁶ beschreibt in § 3 GIS Kanton Zug wie folgt: «Geoinformationssystem des Kantons Zug. Ein mit Informatikmitteln geführtes Informationssystem für die Bewirtschaftung der Geobasisdaten».

In erster Linie ist das GIS Kanton Zug auf die Aufgaben der kantonalen Verwaltung ausgerichtet und berücksichtigt dabei aber die Bedürfnisse aller Interessengruppen. Das AGG verwaltet und entwickelt das Informationssystem. Der Begriff «GIS Kanton Zug» umfasst somit Gesetze, Technologien, Geodaten und Interessengruppen und kann in diesem Zusammenhang auch als kantonale Geodateninfrastruktur bezeichnet werden. GIS Kanton Zug tritt gegen aussen mittels dem Geoportal «geo.zg.ch» und «ZugMap.ch» in Erscheinung. «ZugMap.ch» ist der öffentliche Geodatenviewer zur Darstellung von Geodaten der kommunalen und kantonalen Verwaltungen des Kantons

³⁴ Unified Modeling Language; grafische Modellierungssprache, ISO/IEC 19505-2

³⁵ <<http://www.sia.ch/de/dienstleistungen/sia-norm/geodaten/>>; siehe Downloads: SIA405 GEOSummit (Vortrag1/2), Intelis_Files.zip
letzter Zugriff: 21.08.2019

³⁶ GeolG-ZG: BGS 215.71

Zug. Neben den öffentlichen Geodaten sind eingeschränkt zugängliche Geodaten in «ZugMap.secure» darstellbar.

2.5 Kantonale Rahmenbedingungen

2.5.1 Allgemeine Bedingungen

Das Projekt digitaler Leitungskataster Kanton Zug hat sich an den Standards von eCH³⁷ zu orientieren und diese Standards anzuwenden. Ebenso sind kantonale Vorgaben zu berücksichtigen.

Für das Projekt digitaler Leitungskataster Kanton Zug sind nach Möglichkeit Komponenten einzusetzen, welche in anderen Kantonen, Gemeinden oder Fachstellen bereits erfolgreich im Einsatz sind. Komplette Neuentwicklungen werden nur in Ausnahmen bewilligt.³⁸

2.5.2 Gesetzliche Bedingungen

Massgebliche juristische Grundlagen sind die nationale und kantonale Geoinformationsgesetzgebung sowie deren Verordnungen:

- Bundesgesetz über Geoinformation, Geoinformationsgesetz, GeoIG; SR 510.62 (Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft 05.10.2007, Stand 01.10.2009)
- Verordnung über Geoinformation, Geoinformationsverordnung, GeoIV; SR 510.620 (Schweizerischer Bundesrat 21.05.2008, Stand 01.01.2018)
- Gesetz über Geoinformation im Kanton Zug, Geoinformationsgesetz Zug, GeoIG-ZG; BGS 215.71 (Kantonsrat Kanton Zug 29.03.2012, Stand 29.06.2019)
- Verordnung über Geoinformation im Kanton Zug, Geoinformationsverordnung, GeoIV-ZG; BGS 215.711 (Regierungsrat Kanton Zug 18.12.2012, Stand 01.01.2019), inklusive dessen Anhänge; insbesondere Anhang 2 (BGS 215.711-A2) zur Regelung der Zugangsberechtigung

³⁷ <<https://www.ech.ch>>, E-Government Standards, letzter Zugriff: 21.08.2019

³⁸ Vorgabe der kantonalen Verwaltung, Amt für Grundbuch und Geoinformation (AGG)

Des Weiteren bestehen für die einzelnen Leitungskatastermedien³⁹ folgende Gesetzesvorgaben beziehungsweise definieren die Medien inhaltlich:

– Wasser:

Das Bundesrecht enthält vereinzelt Vorschriften zur Trink- und Gebrauchswasserversorgung. Gemäss Artikel 58 Absatz 2 des Gewässerschutzgesetzes (GSchG; SR 814.20) erstellen die Kantone ein Inventar über die Wasserversorgungsanlagen und Grundwasservorkommen auf ihrem Gebiet. Die Regelung der Wasserversorgung fällt grundsätzlich in die Zuständigkeit der Kantone. Die Wasserversorgung des Kantons Zug ist im Gesetz über die Gewässer (GewG; BGS 731.1) festgehalten.

– Abwasser:

Das Bundesgesetz definiert den Begriff des Abwassers im Gewässerschutzgesetz (GSchG; SR 814.20, Art. 4e). Das kantonale Gesetz über die Gewässer (GewG; BGS 731.1) regelt unter Kapitel 5.2 die Ableitung des Abwassers.

– Elektrizität:

Gemäss Artikel 62 der nationalen Leitungsverordnung (LeV; SR 734.31) müssen die Betreiber von Elektrizitätsnetzen Lage und Verlegungsart ihrer Kabelleitungen in Werkplänen festhalten. Weitere Bestimmungen sind in der Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung; SR 734.2) und in der Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen (Schwachstromverordnung; SR 734.1) geregelt.

– Gas:

Die kantonale Verordnung zum Energiegesetz (BGS 740.11) definiert unter § 8 die Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- und Treibstoffe. Nicht Bestandteil des kantonalen Leitungskatasters sind Rohrleitungen die einen Betriebsdruck über 5 bar aufweisen und der Aufsicht des Bundes unterstehen (Rohrleitungsverordnung, RoV; SR 746.11).

– Kommunikation:

Es besteht kein Unterschied zwischen Telekommunikation und Kabelkommunikation. Beide Kommunikationsarten fallen unter die Fernmeldegesetzgebung. Gemäss Artikel 3 Bestimmung d. des Fernmeldegesetzes (FMG; SR 784.10) gelten alle Geräte, Leitungen oder Einrichtungen, die zur fernmeldetechnischen Übertragung von Informationen bestimmt sind, als Fernmeldeanlagen im Sinne der Fernmeldegesetzgebung. Unter

³⁹ Auflistung gemäss kantonaler Gesetzgebung, siehe Kapitel 2.2 Relevanz Leitungskataster

fernmeldetechnischer Übertragung versteht man elektrisches, magnetisches, optisches oder anderes elektromagnetisches Senden oder Empfangen von Informationen über Leitungen oder Funk (FMG; SR 784.10, Art. 3 c).

– Fernwärme:

Leitungen der Fernwärmeversorgung fallen weder unter die Rohrleitung- noch unter die Geoinformationsgesetzgebung des Bundes. Im kantonalen Recht sind keine Vorgaben zur Fernwärme vorhanden. Der Schweizerische Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW) hat Richtlinien für Fernwärmenetze ausgearbeitet⁴⁰.

2.6 Abgrenzung

Nicht betroffen sind die Informationen der Werke. Der Leitungskataster ist eine Teilmenge der Werkinformationen, mit welchem im Wesentlichen nur der durch die verschiedenen Leitungen belegte Raum dargestellt wird. Detaillierte, spezifische Informationen zu den einzelnen Medien werden dagegen in den Werkinformationen gehalten und sind nicht Bestandteil des Projektes digitaler Leitungskataster Kanton Zug.

Inhalt des Katasters sind real existierende Leitungsnetze und zugehörige Anlagen. Dabei ist nicht relevant, ob die Leitungen tatsächlich genutzt werden oder nicht. Historische und archivierte Leitungskatasterdaten werden nicht betrachtet.

Leitungs- oder Kabelsysteme, welche nicht explizit in der kantonalen Geoinformationsverordnung aufgeführt sind, sind nicht Teil des kantonalen Leitungskatasters. Beispielsweise landwirtschaftliche Drainageleitungen, Rohrpoströhren, Leitungen elektrischer Strassenanlagen und weitere. Die Gemeinde kann weitere Leitungen im Leitungskataster darstellen und Werkleitungsinformationen aufnehmen.⁴¹

Der Leitungskataster Kanton Zug ist keine Grundlage für Grabarbeiten. Die Werkeigentümer sind für die Verwaltung ihrer Daten verantwortlich. Nur die jeweiligen Werkbetreiber wissen, von welchen aktuellen Änderungen ihr Netz betroffen ist. Der digitale Leitungskataster Kanton Zug ersetzt nicht die Werkleitungsauskunft des Werkbetreibers.

⁴⁰ <http://www.svgw.ch>, SVGW-Richtlinie F1 für Fernwärmenetze 2017

⁴¹ GeoIV-ZG; BGS 215.711, § 30 Abs. 3

3 Zielsetzung und Strategiebezug

3.1 Projektziele der kantonalen Verwaltung

Mit dem Leitungskataster Kanton Zug soll das kantonale Geoinformationsgesetz vollzogen und die Leitungskatasterdaten im GIS Kanton Zug den berechtigten Personen zugänglich gemacht werden. Die Projektziele sind im HERMES-Dokument Projektinitialisierungsauftrag durch das AGG beschrieben. Demnach umfasst der Leitungskataster des Kantons Zug:

- die geografische Lage sowie Art und Grösse von Leitungen der Ver- und Entsorgung mit ihren ober- und unterirdischen baulichen Anlagen
- sämtliche Leitungen und Anlagen für Wasser, Abwasser, Elektrizität, Gas, Kommunikation und Fernwärme auf dem Kantonsgebiet⁴²
- die Umsetzung mittels Geodatenmodell SIA 405 LKMap
- die gemeindeweise Datenlieferung für das GIS Kanton Zug mindestens pro Leitungskatastermedium durch eine oder mehrere zu bestimmende Datenverwaltungsstelle⁴³.

⁴² Es sind keine Ausnahmen oder Sonderregeln für abgeschlossene Gebiete vorgesehen (Militäranlagen, Nationalstrassen, Bahnanlagen etc.).

⁴³ Entsprechend dem Organisationsmodell Kanton Basel-Landschaft. Die Datenverwaltungsstelle ist verantwortlich für das Zusammenfügen der bei verschiedenen Nachführungsstellen entstandenen Daten zu einer gemeindlichen Datensammlung und deren Abgabe an das AGG.

3.2 Systemziele

Tabelle 1: Systemziele, strukturiert nach HERMES

Nr.	Kategorie	Ziel	Messgrösse	Gewicht (M, S, K)
1	Organisation	Jede politische Gemeinde liefert beziehungsweise organisiert die Lieferung der Geobasisdaten Leitungskataster in der festgelegten Periodizität (mindestens quartalsweise)	Datensatz im vorgeschriebenen Format und Inhalt an das AGG geliefert	<i>Muss</i>
2	Funktionalität	Alle Informationen des Leitungskatasters sind im GIS Kanton Zug für Berechtigte zugänglich.	Abfrage der Lage- und Sachdaten im GIS Kanton Zug möglich, beschränkt öffentlich zugänglich ⁴⁴	<i>Muss</i>
3	Qualität	Die Lage- und Sachdaten des Leitungskatasters sind vollständig und einheitlich erfasst	Stichproben	<i>Soll</i>
4	Wirtschaftlichkeit	Planungshilfen bereitstellen	Effiziente Bearbeitung von Bauprojekten	<i>Soll</i>
5	Nachhaltigkeit	Grundlage für übergeordnete Raumplanungsprojekte schaffen	Berücksichtigung aller Einflussbereiche	<i>Soll</i>

⁴⁴ GeoIV; SR 510.620, Art. 23 und GeoIV-ZG; BGS 215.711-A2

3.3 Strategiebezug kantonale Verwaltung

Der Kanton Zug unterstützt die E-Government-Strategie des Bundes. Die Informatikstrategie des Kantons Zug führt aus, dass öffentliche Leistungen für Bevölkerung und Wirtschaft elektronisch verfügbar sein sollen⁴⁵. E-Government trägt dazu bei, dass die Schweiz auch in Zukunft zu den attraktivsten Standorten für Organisationen und Unternehmen gehört, über eine leistungsfähige Verwaltung verfügt und die Lebensqualität der Bevölkerung hoch ist.

Am 30. Oktober 2018 (Basisdokument vom 30. März 2010) genehmigte der Regierungsrat die Strategie GIS Kanton Zug⁴⁶. Die Strategie ordnet die Aufgaben im Zusammenhang mit dem GIS Kanton Zug den Verwaltungseinheiten zu und setzt die Rahmenbedingungen für dessen geordnete Weiterentwicklung. Gegenstand der Strategie ist unter anderen die Definition der Gewährleistung der Verfügbarkeit und die Nutzung von Geodaten. Geodaten müssen derart verwaltet werden, dass ihre Verfügbarkeit jederzeit in der gebotenen Qualität gewährleistet ist. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die dafür notwendige operative Steuerung durch das Amt für Grundbuch und Geoinformation beziehungsweise durch die Abteilung Geoinformation (vormals GIS-Fachstelle).

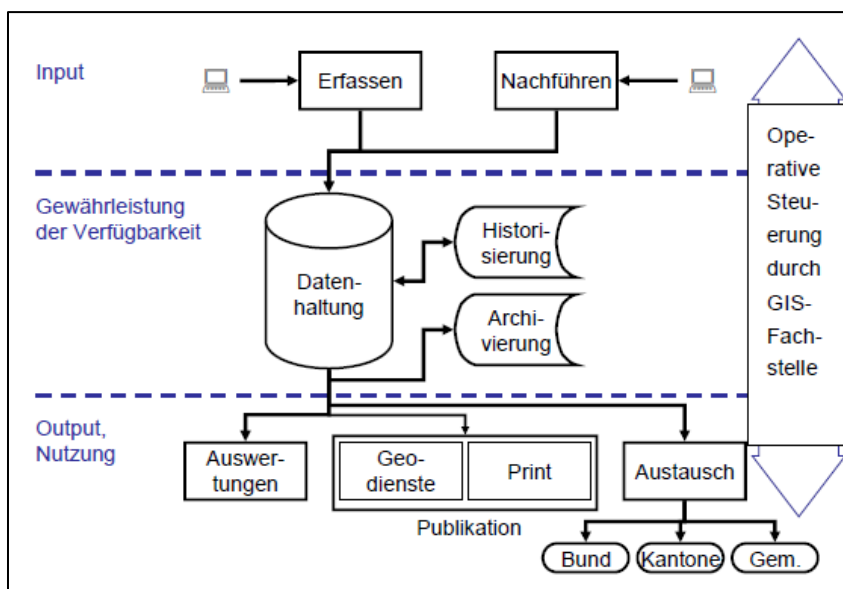


Abbildung 6: Auszug aus Strategie GIS Kanton Zug, Kapitel 3.3 Gegenstand⁴⁶

⁴⁵ <https://www.zg.ch/behoerden/finanzdirektion/amt-fuer-informatik-und-organisation/dokumente/downloads/Informatikstrategie_Kanton_Zug_2018_2022.pdf/view?searchterm=E-Government>, Kapitel 3.7
letzter Zugriff: 21.08.2019

⁴⁶ <<https://www.zg.ch/behoerden/direktion-des-innern/grundbuch-und-geoinformation/geoinformation/downloads/strategie-geo-informationssystem-zug/view>>
letzter Zugriff: 21.08.2019

4 Situationsanalyse

4.1 Leitungskataster international

Im Bereich der «underground infrastructure» ist in der Geoinformatik in den letzten Jahren viel gearbeitet worden. Verschiedene Standards wurden entwickelt, welche die nutzbringende Verwaltung von Leitungsnetzen unterstützen.

Beispielsweise ist das IFC Utility-Modell⁴⁷ ein ISO-Standard, der mit dem Ziel entwickelt wurde, Versorgungsleitungen zu modellieren. Es handelt sich um einen offenen, internationalen Standard der insbesondere für BIM⁴⁸ entwickelt wurde und optimiert ist für Leitungsnetze innerhalb eines Gebäudes. Es bietet eine 2D- und 3D-Darstellung von Netzwerkobjekten sowie den Beziehungen zwischen Netzwerkobjekten. Der Softwarehersteller ESRI verwendet beispielsweise die zugrundeliegende ISO-Norm, um auf dessen Basis, Datenmodelle für Gas, Wasser und Strom unter Anwendung der Firmensoftware ArcGIS zur Verfügung zu stellen.

Zur Thematik Leitungskataster ist auch auf die Technologie SEDRIS⁴⁹ für die Standardisierung und Austauschbarkeit von Umweltmodellen und –daten zu erwähnen. Ursprünglich wurde die Technologie entwickelt, um für die US-Streitkräfte Umweltdaten, welche über, auf und unter der Erde vorhanden sind, zu strukturieren. Diese Daten können mittels SEDRIS modelliert, simuliert oder ausgetauscht werden. Anwendung findet dieser Standard insbesondere bei verschiedenen militärischen Simulationen des Pentagon. Seit einigen Jahren wird diese offene technologische Infrastruktur in internationalen Standards definiert⁵⁰.

PipelineML⁵¹ ist ein Datenstandard für den Austausch von Leitungsdaten mit Schwerpunkt auf der Öl- und Gasversorgung. Der Standard konzentriert sich auf die geometrische 2D-Darstellung von Verteilungsrohren. Darüber hinaus können die räumlichen Beziehungen zwischen Objekten in einem Netzwerk modelliert werden. PipelineML ist ein Standard des Open Geospatial Consortium⁵².

⁴⁷ Industry Foundation Classes for data sharing in the construction and facility management industries: ISO 16739-1: 2018

⁴⁸ Building Information Model, Bauwerksdatenmodellierung

⁴⁹ Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification; <<https://www.sedris.org>> letzter Zugriff: 21.08.2019

⁵⁰ ISO/IEC 18025:2005(E), ISO/IEC 18026:2009, und weitere

⁵¹ <<https://pipelineml.org/>> letzter Zugriff: 21.08.2019

⁵² <<http://www.opengeospatial.org/standards/pipelineml>> Letzter Zugriff 21.08.2019

Das CIM (Common Information Model) wurde von der IEC (International Electrotechnical Commission) erarbeitet und ist für den erleichterten Datenaustausch von Stromversorgungssysteme gedacht. Relevante Standards in Bezug auf das Datenmodell sind die Standards IEC 61970-301 und IEC 61968-11⁵³.

Des Weiteren ist als internationales Beispiel CityGML⁵⁴ zu erwähnen. CityGML ist ein fachneutrales Informationsmodell und XML-basiertes Datenformat zur Beschreibung und zum Austausch virtueller 3D Stadt- und Landschaftsmodelle. Seit 2008 ist CityGML ein OGC-Standard⁵⁵. Es ermöglicht die Modellierung der wesentlichen Objekte einer Stadt hinsichtlich ihrer 3D-Geometrie, 3D-Topologie, Semantik und visuellen Erscheinung und definiert Beziehungen zwischen Objekten. Zur Thematik der Leitungsnetzver- und entsorgung existiert die Erweiterung CityGML Utility Network ADE⁵⁶ (Application Domain Extensions). Diese Erweiterung definiert ein komplexes Datenmodell für die Repräsentation verschiedener Arten von Ver- und Entsorgungsnetzen wie Elektrizität-, Trinkwasser-, Abwasser-, Gas-, Öl-, Fernwärme- und Telekommunikationsnetze und unterstützt Analysen und Simulationen, die eine Sicht auf 3D-Stadtmodelle und Versorgungsinfrastrukturen erfordern. Das Datenmodell ermöglicht sowohl eine topographische als auch eine topologische Darstellung eines Netzwerks. Im Jahre 2016 hat sich eine Interessensgemeinschaft von Mitgliedern aus Wissenschaft und freier Wirtschaft gegründet, die an der Fertigstellung der Utility Network ADE arbeitet. Ziel ist es, die Utility Network ADE als reguläres Modul im CityGML-Standard zu integrieren⁵⁷.

Die Europäische Union hat mit INSPIRE⁵⁸ Richtlinien zum Aufbau einer europäischen Geodateninfrastruktur erlassen. Grundsätzliches Ziel dieser Richtlinien ist die Unterstützung der europäischen Umweltpolitik. Die Forschungsstelle der europäischen Kommission hat technische Richtlinien für die Versorgungswirtschaft und staatliche Dienste (Utility and Government Services)⁵⁹ beschrieben. Die Richtlinie ist sehr umfassend und definiert Versorgungseinrichtungen wie Abwasser- und Abfallentsorgung, Energieversorgung und Wasserversorgung, staatliche Verwaltungs- und Sozialdienste wie öffentliche Verwaltung, Katastrophenschutz, Schulen und

⁵³ <<https://www.iec.ch/smartgrid/standards/>> siehe: IEC 61970 und IEC 61968
letzter Zugriff: 21.08.2019

⁵⁴ <https://www.opengeospatial.org/standards/citygml>
letzter Zugriff: 21.08.2019

⁵⁵ Open Geospatial Consortium (OGC) ist eine internationale gemeinnützige Organisation, die sich dafür einsetzt, offene Qualitätsstandards für die globale Geodatengemeinschaft zu schaffen

⁵⁶ <https://en.wiki.utilitynetworks.sig3d.org/index.php/Main_Page>
letzter Zugriff: 21.08.2019

⁵⁷ <https://www.gis.bgu.tum.de/projekte/citygml-utility-network-ade/>
letzter Zugriff 21.08.2019

⁵⁸ Infrastructure for Spatial Information in Europe

⁵⁹ < <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/us>>
letzter Zugriff: 21.08.2019

Krankenhäuser. Die unterschiedlichen Themen wurden aufgrund ihrer Heterogenität in Teilbereiche unterteilt. Der im Rahmen dieser Arbeit relevante Teilbereich «utility networks», deckt folgende Bereiche ab: Stromnetze, Öl- Gas- und Chemikalien-Netze, Kanalisationsnetze, Wärmenetze, Wassernetze. In den Spezifikationen ist zudem ein Datenmodell für Telekommunikationsnetze enthalten, jedoch ohne rechtliche Verbindlichkeit.

4.2 Leitungskataster national

Bis um die Jahrtausendwende kannten nur grössere Städte oder einzelne Kantone einen gesetzlich definierten Leitungskataster. Als einer der ersten Kantone hat sich der Kanton Basel-Landschaft intensiv der Thematik des Leitungskatasters auseinandergesetzt⁶⁰. Bereits seit 1974 existieren dort einschlägige gesetzliche Grundlagen für die Führung von Leitungskatastern in den Gemeinden. Zentraler Punkt dieser Grundlage war, dass alle Werkeigentümer Träger des Leitungskatasters Baselland (LK BL) sind und diesen mittels eines definierten Verteilschlüssels sowohl die Erstellung als auch die Nachführung finanzieren. Somit haben alle Träger des LK BL Erwartungen an den nutzbringenden Austausch des Leitungskatasters. Viele Jahre wurden Daten im Format DXF⁶¹ ausgetauscht. Im Laufe der Zeit etablierten sich bei Werkbetreibern Geoinformationssysteme mit detaillierten Werkinformationen. Ein verwendbares Datenmodell im Format INTERLIS⁶¹ lag um die Jahrtausendwende noch nicht vor. Dies führte dazu, dass das Amt für Geoinformation die Reform LK BL startete und zuerst im Alleingang und später zusammen mit der Kommission SIA 405⁶¹ ein Geodatenmodell entwickelte, was zur Revision der SIA 405 und deren Merkblättern führte. Wichtiger Bestandteil ist die Definition des darstellungsorientierten Geodatenmodell LKMap⁶¹.

Im Kanton Genf wurde im Jahr 2005, etwa zeitgleich mit dem Start der Reform LK BL, eine Verordnung über die Nutzung des öffentlichen Raums (Règlement concernant l'utilisation du domaine public; L 1 10.12) erlassen. Seither werden die Geodaten der verlegten Leitungen an das Vermessungsamt des Kantons Genf übermittelt. Jeder der rund 20 Werkeigentümer liefert die Daten in dem Format, in welchem sie intern verwaltet werden. Das Vermessungsamt hat für die eingehenden Dateien ein FME-

⁶⁰ Markwalder et al. 2012 Seite 11 bis 14

⁶¹ Siehe dazu: Kapitel 2.4 Begriffserläuterung

Skript⁶² eingerichtet, um diese Daten in ein vom Vermessungsamt definierten Datenmodell zu vereinheitlichen⁶³. Das Datenmodell basiert auf der Norm SIA 405⁶⁴.

Auch im Kanton Luzern wurde ab 2007 für den Leitungskataster die Norm SIA 405 angewendet. Dies führte dazu, dass die bestehenden SIA-Datenmodelle der Werkleitungskataster dazu angepasst wurden auf LU01_minimal⁶⁵. Seit 2015 kommt auch in diesem Kanton das Geodatenmodell SIA 405 LKMap zum Einsatz.

In weiteren Kantonen sind Projekte zur Umsetzung des Leitungskataster im ähnlichen Rahmen wie vorangehender Beispiele durchgeführt worden oder die Umsetzung ist in Planung (zum Beispiel Bern, Zürich, Thurgau, Graubünden, Basel-Stadt, Glarus).

Auch das Bundesamt für Landestopografie hat sich mit dem Thema befasst und im Mai 2017 die Machbarkeitsstudie Leitungskataster Schweiz öffentlich publiziert. Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie haben sich 344 Personen zu verschiedenen Fragen unter anderem zum Format LKMap geäußert. Die Definition dieses Geodatenmodells findet in der Umfrage 78% Zustimmung⁶⁶. Eine Auflistung welcher Kantone welche Norm oder Geodatenmodell anwenden existiert nicht. Es sind heute keine Kantone bekannt, die vom Modell LKMap abweichen. Zum Kanton Genf können keine Aussagen gemacht werden⁶⁷.

4.3 Leitungskataster kantonal

Ein eigentlicher kantonalen Leitungskataster über das ganze Kantonsgebiet und über alle Medien existiert im Kanton Zug nicht. Das Projekt wurde im Jahr 2014 einmal gestartet, dann aus Kapazitätsgründen und wegen zahlreicher Widerstände bei Werken und Gemeinden in einer frühen Phase wieder gestoppt.

Aufgrund einer veralteten Schnittstelle ins GIS Kanton Zug, konnten die Leitungskataster Abwasser-Daten verschiedener Gemeinden seit 2016 nicht mehr aktualisiert werden.

⁶² Feature Manipulation Engine; Softwarelösung für die Datenkonvertierung der Firma Safe Software Inc.

⁶³ Selhofer et al. 2011 Seite 12 bis 17

⁶⁴ <<https://www.ge.ch/consulter-cadastre-du-sol/cadastre-conduites>>
letzter Zugriff 21.08.2019

⁶⁵ <<https://www.raumdatenpool.ch/downloads.shtml>>; Spezifikationen Datenaustauschmodelle LK, WI-Wasser
letzter Zugriff: 21.08.2019

⁶⁶ Laube 2017 / rev. 2017 Seite 36

⁶⁷ Kolloquium swisstopo «Leitungskataster Schweiz – Quo vadis?» vom 22.02.2019; Aussage Daniel Laube, Laube&Klein AG

Die Datenbestände bei den verschiedenen Nachführungsstellen⁶⁸ sind heterogen. Rechtsverbindliche Vorgaben für den Datenaustausch existieren nicht. Dies blockiert den automatischen und regelmässigen Austausch beziehungsweise den Import der Daten in die Datenbank, die für «ZugMap.ch» relevant ist. Die Situation soll mit dem Projekt digitaler Leitungskataster Kanton Zug verbessert werden, mit dem Ziel im GIS Kanton Zug aktuelle und einheitliche Leitungskatasterinformationen zugänglich zu machen.

4.4 Eigentumsverhältnisse der Ver- und Entsorgungswerke im Kanton Zug

Der Kanton Zug umfasst 11 politische Gemeinden und zählt bezüglich der räumlichen Ausdehnung zu den kleinsten Kantonen der Schweiz. Dennoch ist die Anzahl an Werkeigentümern aufgrund des Subsidiaritätsprinzips⁶⁹ beachtlich. Eine Vielzahl verschiedener Organisationen sind Eigentümer der diversen Ver- und Entsorgungswerke im Kanton Zug. Die Rolle der Werkeigentümer ist bedeutend. Sie bestimmen mit ihren internen Prozessen wichtige Elemente des Leitungskatasters wie Aktualisierungsrhythmus der Daten, Genauigkeit, Geodatenmodell, Umgang mit Höhen und Weiteres⁷⁰.

Das Amt für Grundbuch und Geoinformation verfügt über eine Auflistung der Werkeigentümer als tabellarische Auflistung. Aus dieser Auflistung gehen nach heutigem Stand 38 unterschiedliche Werkeigentümer hervor.⁷¹

Im Rahmen dieser Studie wurden die aufgeführten Besitzverhältnisse der Gemeinde Baar zusammen mit der der GIS-Ansprechperson der Gemeinde verifiziert und als korrekt befunden. Im Zuge der Datenbestellungen für die Pilotstudie konnte jedoch ein weiterer Eigentümer eines Kommunikationsnetzes ermittelt werden. Dies Aufgrund eines Hinweises eines anderen Kommunikationsnetzanbieters. So muss davon ausgegangen werden, dass die Auflistung aller Werkeigentümer im Kanton unvollständig ist. Wertvolle Kenntnisse über die Besitzverhältnisse und geografische Ausbreitung der Leitungsnetze sind nicht nur bei den zuständigen Gemeindemitarbeitern, sondern auch bei Werkeigentümern vorhanden.

⁶⁸ Siehe dazu: Kapitel 4.5 Verwaltung und Nachführung der Werkinformationen im Kanton Zug

⁶⁹ Aufgaben werden auf möglichst tiefer Ebene erfüllt, nur dort wo unbedingt erforderlich greift die übergeordnete Instanz ein. (Hauser und Tenger, Seite 12)

⁷⁰ Laube 2017 / rev. 2017 Seite 15

⁷¹ separates HERMES-Dokument Stakeholderliste

Gemäss GeoIV-ZG sind die Werkeigentümer verpflichtet, der Gemeinde die Leitungsdaten in digitaler Form zugänglich zu machen.⁷²

4.5 Verwaltung und Nachführung der Werkinformationen im Kanton Zug

Wie unter Kapitel 2.4.4 (Werkinformation) erwähnt, verantworten die Werkeigentümer die Erhebung, Nachführung und Verwaltung der Werkinformationen. Die Werkinformationen sind demnach von einer Nachführungsstelle zu erfassen und zu verwalten. Diese Nachführungsstelle kann ebenfalls im Eigentum des Werkeigentümers sein oder eine sachkundige Organisation verwaltet und führt die Informationen im Auftrag des Werkeigentümers nach. Die Erfassung und Nachführung der Werkinformation basieren auf den SIA Normen 405⁷³ (Geodaten zu Ver- und Entsorgungsleitungen) und SIA 205⁷⁴ (Verlegung von unterirdischen Leitungen - Räumliche Koordination und technische Grundlagen).

Gemäss vorangehendem Abschnitt 4.4 verfügt das Grundbuch und Vermessungsamt über eine Auflistung der Werkeigentümer. Zudem sind in diesem Dokument auch die Nachführungsstellen aufgeführt, soweit diese bekannt sind⁷¹. Die Auflistung der Nachführungsstellen ist unvollständig und nur für die Gemeinde Baar komplettiert worden. Zum heutigen Zeitpunkt sind für die Leitungsnetze im Kanton Zug 17 verschiedene Nachführungsstellen bekannt. Diese verwalten die Daten mit unterschiedlichen Softwaresystemen und Datenbanken.

Da die Auflistung der Werkeigentümer und Nachführungsstellen unvollständig ist, kann keine abschliessende Aussage gemacht werden, ob sämtliche Leitungsdaten im Kanton Zug tatsächlich in digitaler Form zugänglich sind.

4.6 Erkenntnisse aus Pilotstudie digitaler Leitungskataster Gemeinde Baar

Die Gemeinde Baar weist 24'500 Einwohner aus und ist nach der Stadt Zug, in Bezug auf die Bevölkerung, die zweitgrösste Gemeinde des Kantons. Besonders die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg, geprägt durch Hochkonjunktur und gesellschaftliche Umwälzungen, hat die vormals aus mehreren Weilern bestehende Gemeinde zu einer

⁷² GeoIV-ZG; BGS 215.711, § 31 Abs. 2

⁷³ SN532405

⁷⁴ SN532205

grossflächigen Stadt anwachsen lassen. Die alteingebrachten Strukturen der Versorgung hat dies aber wenig oder gar nicht beeinflusst. Die nachfolgende Tabelle zeigt auf, dass die Gemeinde Baar über eine beachtliche Anzahl an Werkeigentümern verfügt.

Tabelle 2: Merkmale Leitungskataster Baar

Merkmal	Wasser	Abwasser	Elektrizität	Gas	Kommunikation	Fernwärme
Real existierend	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Werkeigentümer	5	3	4	1	4	1
Nachführungsstellen	4	2	3	1	3	1
Datenbankverwaltung	4	3	5	1	4	1
Grafikverwaltung	1	0	0	0	0	0
LV95	4	3	5	1	4	1
LV03	1	0	0	0	0	0

Erläuterungen zu den Merkmalen

Real existierend – In der Gemeinde Baar existieren zu allen Medien gemäss Leitungskatasterverordnung⁷⁵ verlegte Leitungen.

Werkeigentümer – Wasserwerke werden in Baar von 2 Korporationen, einer Genossenschaft und 2 Aktiengesellschaften betrieben

– Abwasser wird grundsätzlich, wie in allen Gemeinden des Kantons, durch die Einwohnergemeinde betrieben. Zusätzlich existiert ein überregionaler Gewässerschutzverband (GVRZ), der Leitungswerke besitzt. Die Areale der Nationalstrasse sowie der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) werden durch Institutionen des Bundes betrieben.

⁷⁵ Siehe dazu: Kapitel 2.2 Relevanz Leitungskataster

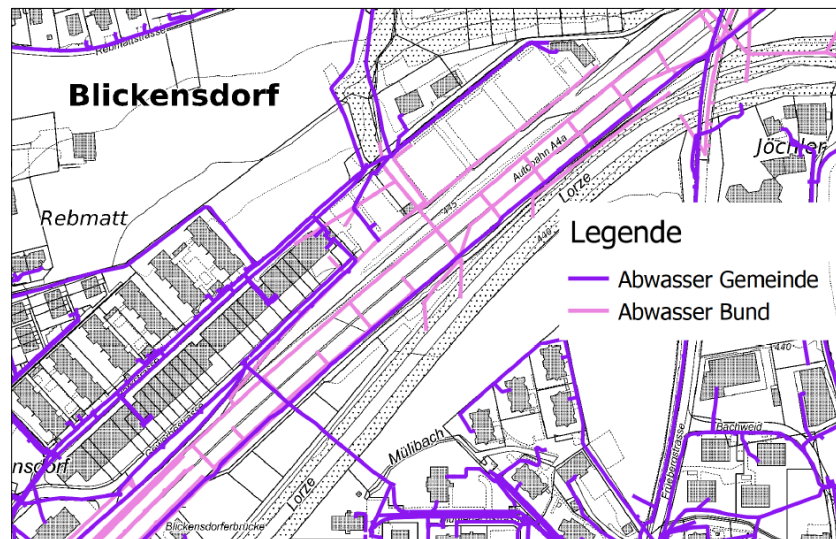


Abbildung 7: Werkeigentum Abwasser, grafisches Beispiel Nationalstrasse

- Im Kanton Zug gibt es einen Grossbetrieb für die Elektrizitätsversorgung. Zwei Gebiete in Baar werden, vermutlich bedingt durch die geografische Lage, über andere Versorger bedient. Das Stromnetz der Schweizerischen Bundesbahnen wird durch die SBB selber betrieben und verwaltet.
 - Das doch recht umfangreiche Gas-Netz ist im Eigentum eines Werkbetreibers.
 - Das Kommunikationsnetz verfügt neben einem schweizerischen Grosskonzern noch über drei weitere Werkeigentümer.
 - Die Angaben, wie auch die erhaltenen digitalen Daten der Fernwärme sind vermutlich unvollständig. Zur Erfassung und Verwaltung dieser Netze fehlt es an organisatorischen Strukturen. Erhältlich sind Netze, die durch die Einwohnergemeinde selbst betrieben werden. Fernkälte-Netze sind in diesem Sachverhalt nicht, oder noch nicht, relevant.
- Datenbankverwaltung – Bis auf eine Ausnahme verwalten alle Werkeigentümer die Werkinformationen in Datenbanksystemen
- Grafikverwaltung – Ein Wasserkataster wird als digitale Zeichnung verwaltet.
- Nachführungsstellen – Teilweise führen die Nachführungsstellen mehrere Medien nach. In der Gemeinde Baar sind insgesamt 9 unterschiedliche Organisationen tätig.

- LV95⁷⁶ – Fast alle Nachführungsstellen haben den Lagebezugsrahmenwechsel vollzogen.
- LV03⁷⁷ – Der Wasserkataster, auf der Grundlage der digitalen Zeichnung, verwendet den veralteten Lagebezugsrahmen.

4.6.1 Technische Besonderheiten

Den Werkeigentümern beziehungsweise deren Nachführungsstellen wurde im Rahmen der Pilotstudie keine Vorgaben für die Datenlieferung gestellt. Es erfolgten 16 der 19 Lieferungen im Format INTERLIS SIA 405 LKMap. Das Anwenden dieser Norm erscheint vermutlich einerseits den Fachpersonen als sinnvoll und andererseits verfügen die Softwaresysteme über entsprechend handliche Schnittstellen. Ein Wasserkataster wurde im Format INTERLIS SIA 2004 WI geliefert. Dieses Format beinhaltet die vollständigen Werkinformationen. Ein vollständiger Leitungskataster auf dem Gebiet der Nationalstrassen ist zurzeit nicht verfügbar, obwohl die Daten in einer Oracle-Datenbank verwaltet werden. Bis anhin bestand keine Notwendigkeit entsprechende Schnittstellen zur Verfügung zu stellen. Es existieren aber Schnittstellen, um Daten von externen Unternehmen zu importieren, welche beispielsweise im Auftrag des Bundes Leitungsnetze erfassen. Einzig der Leitungskataster Abwasser konnte im Format ESRI Shape⁷⁸ für diese Arbeit zur Verfügung gestellt werden.

Sämtliche gelieferten INTERLIS-Daten wurden zur Analyse in eine PostgreSQL-Datenbank importiert. Eine entsprechende Schnittstelle ist mit dem Schnittstellenwerkzeug ili2pg frei verfügbar⁷⁹. Es handelt sich um ein offenes Java-Programm. Für die Nutzung steht ein Kommandozeilenprogramm zur Verfügung. Die für den Datenimport notwendigen Vorgänge sind als Hauptfunktionalitäten vorhanden. Dies ist einerseits das Anlegen der physischen Strukturierung in der Datenbank auf der Grundlage des konzeptionellen INTERLIS-Datenmodells und andererseits das Laden der INTERLIS-Transferdaten. Die Funktionalitäten sind sowohl für INTERLIS 1 als auch für INTERLIS 2.3 anwendbar.

⁷⁶ Landesvermessung 95: um 1990 hat das Bundesamt für Landestopografie eine Landesvermessung aufgebaut, welche sich wesentlich auf die Satellitenvermessung abstützt

⁷⁷ Landesvermessung 03: um 1900 aufgebaut, war bis etwa 2016 die offizielle Grundlage für die Vermessungen in der Schweiz

⁷⁸ Format für Geodaten der Firma ESRI (Environmental Systems Research Institute) Hersteller von Geographic Information System-Software

⁷⁹ <<https://www.interlis.ch/downloads/ili2db>> Download ili2pg (für PostgreSQL/PostGIS) letzter Zugriff: 21.08.2019

```

import_beispiel.bat - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
java -jar ili2pg.jar --import --setupPgExt --dbhost localhost --dbport 5432 --dbdatabase aw_geozug --dbusr postgres
--dbpwd ***** --createEnumTabs --createBasketCol --log logfile.txt AW_BAA_SIA405_LKMap_2012_2_LV95.XTF
pause

```

Abbildung 8: Stapelverarbeitungsauftrag ili2pg, Kommandozeile

Voraussetzung für den Import ist, dass der Dateinhalt formell fehlerfrei ist. Dies war jedoch nicht in allen Datenlieferungen der Fall. Beispielsweise fehlten Werte in Pflichtfeldern oder der Wert eines Feldes war nicht valide. Vereinzelt wurden auch falsche Geometrien-Definitionen festgestellt, zum Beispiel Linien, die nur aus einem Punkt bestehen. Damit der Datenimport vollzogen werden konnte, mussten daher teilweise die Daten oder das zugehörige INTERLIS-Datenmodell manipuliert werden. Es war notwendig, Wertebereiche anzupassen oder Pflichtfelder als optional zu definieren. Fehlerhafte Liniendefinitionen wurden im Transferfile gelöscht.

```

logfile_ili2pg.txt - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
Error: line 380: SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKLinie: tid {735DF37D-B830-4505-A0AD-3866628298DF}: value <{735DF37D-B830-4505-A0AD-3866628298DF}> is not a valid OID
Error: line 381: SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKLinie: tid {5756DF73-9758-4832-8712-8F23873D508F}: value <{5756DF73-9758-4832-8712-8F23873D508F}> is not a valid OID
Error: line 382: SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKLinie: tid {81BE0870-4D06-49CB-B315-3860FFC38713}: value <{81BE0870-4D06-49CB-B315-3860FFC38713}> is not a valid OID
Error: line 383: SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKLinie: tid {FB541AC5-7153-46DA-900E-47EBD755FF88}: value <{FB541AC5-7153-46DA-900E-47EBD755FF88}> is not a valid OID
Error: line 384: SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKLinie: tid {FB541AC5-7153-46DA-900E-47EBD755FF88}: value <{FB541AC5-7153-46DA-900E-47EBD755FF88}> is not a valid OID
Error: line 384: SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKLinie: tid {FB541AC5-7153-46DA-900E-47EBD755FF88}: OID {FB541AC5-7153-46DA-900E-47EBD755FF88} of object
SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKLinie already exists in CLASS SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKLinie.
Error: Object {FB541AC5-7153-46DA-900E-47EBD755FF88} at (line 384,col 81)
Error: FEHLER: LineString must have at least two points
Error: failed to query t_ili2db_seq
Error: FEHLER: aktuelle Transaktion wurde abgebrochen, Befehle werden bis zum Ende der Transaktion ignoriert
Error: FEHLER: LineString must have at least two points
Error: org.postgresql.util.PSQLException: FEHLER: aktuelle Transaktion wurde abgebrochen, Befehle werden bis zum Ende der Transaktion ignoriert
Error: FEHLER: aktuelle Transaktion wurde abgebrochen, Befehle werden bis zum Ende der Transaktion ignoriert
Error: FEHLER: LineString must have at least two points

```

Abbildung 9: Auszug Importlog-Datei bei fehlerhaften Daten

Formell fehlerfreie Dateien haben insbesondere überregionale Nachführungsstellen geliefert, welche vermutlich in anderen Kantonen und Projekten entsprechende Daten liefern und die Handhabung der Schnittstelle und Datenprüfungen eingespielt sind. Durch die Manipulationen war es möglich, mit der Software QGIS die gelieferten Daten zu visualisieren. Der erfolgreiche Datenimport mittels Datenmanipulation wurde im Rahmen der Projektstudie angewendet und ist keine Lösung für den späteren tatsächlichen Import der Datenverwaltungsstelle oder den Import in GIS Kanton Zug.

```

logfile.txt - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
Info: data <AW_BAA_SIA405_LKMap_2012_2_LV95.XTF>
Info: assume unknown/external objects
Info: first validation pass...
Info: Basket SIA405_LKMap.SIA405_LKMap(oid 2016-02-18-0000)...
Info: validate unique constraint SIA405_Base.SIA405_BaseClass.Constraint1...
Info: second validation pass...
Info: validate multiplicity of role SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKObjekt_LKObjektTextAssoc.LKObjekt_LKObjekt_TextAssocRef...
Info: validate target of role SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKObjekt_LKObjektTextAssoc.LKObjektRef...
Info: validate multiplicity of role SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKObjekt_LKObjektTextAssoc.LKObjektRef...
Info: AW_BAA_SIA405_LKMap_2012_2_LV95.XTF: SIA405_LKMap.SIA405_LKMap BID=2016-02-18-0000
Info: 91037 objects in CLASS SIA405_Base.Metaattribute
Info: 38464 objects in CLASS SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.Eigenschaften
Info: 502 objects in CLASS SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKFlaeche
Info: 38464 objects in CLASS SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKLinie
Info: 52565 objects in CLASS SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKObjekt_Text
Info: 52071 objects in CLASS SIA405_LKMap.SIA405_LKMap.LKPunkt
Info: ...import done

```

Abbildung 10: Auszug Importlog-Datei bei erfolgreichem Import

Höhenangaben waren in keiner der erhaltenen Dateien enthalten. Für die im Format SIA 405 LKMap gelieferten Daten wurden ausschliesslich die zwei dimensionale Modelldefinition gewählt und die zugehörigen Koordinatenbeschreibungen verwendet (INTELRIS: LKoord). In LKMap wurden auch keine 2.5D-Informationen geliefert. Das in LKMap dafür vorgesehene Attribut «Maechtigkeit» war in keinem Datensatz vorhanden. Eine Ausnahme bilden die Daten, die im Format ESRI-Shape geliefert wurden. In dieser Datei sind vereinzelt Deckelhöhen oder Sohlenkoten ersichtlich. Für SIA 405 LKMap existiert ein separates Modell für die Verwaltung dreidimensionaler Koordinaten. Sämtliche Höhenangaben müssen dann aber auch vorhanden sein (INTERLIS: HKoord). Keine der Nachführungsstellen hat Daten in diesem Modell geliefert.

In fast allen Leitungsmedien sind einzelne Linienverbindung vorhanden, die einen Kreisbogen (INTERLIS: ARCS) aufweisen.

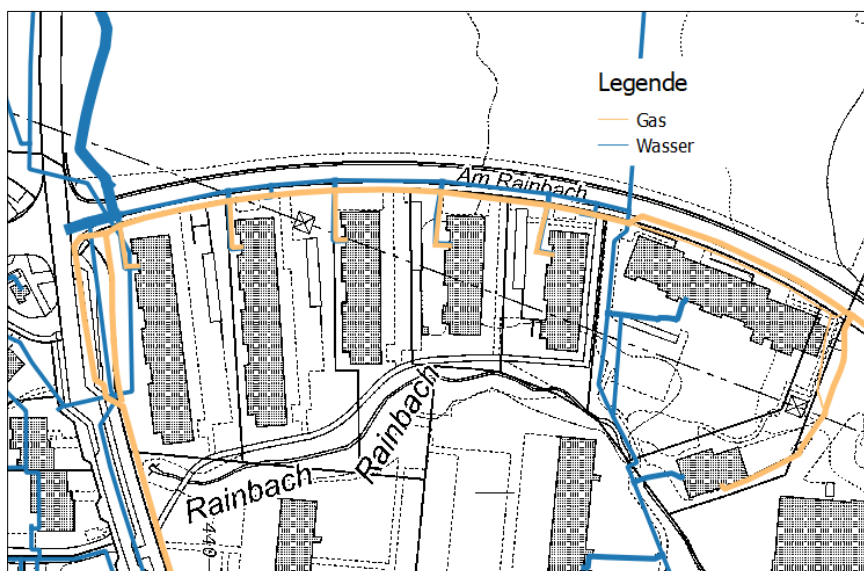


Abbildung 11: Linien mit Kreisbogen in Gas, Wasser

In sämtlichen Leitungskatastermedien wurden topologische Unvollständigkeiten festgestellt. Das Leitungsnetz ist nicht vollständig erfasst oder geliefert worden. Die nachfolgenden beiden Abbildungen veranschaulichen dies. Die Leitungen des Gas- oder Elektrizitätsnetzes sind als sogenannte «Spaghetti-Linien» sichtbar.

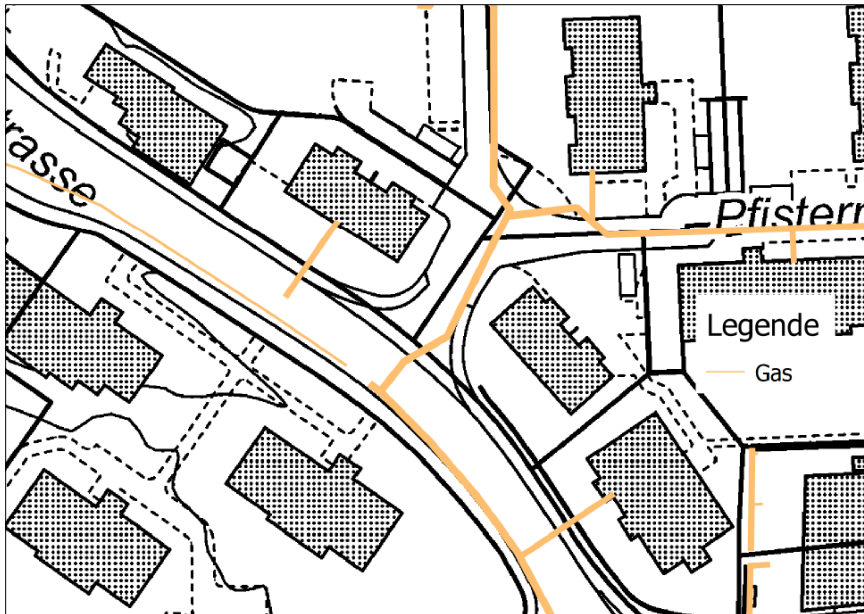


Abbildung 12: Topologische Auffälligkeiten, Gas

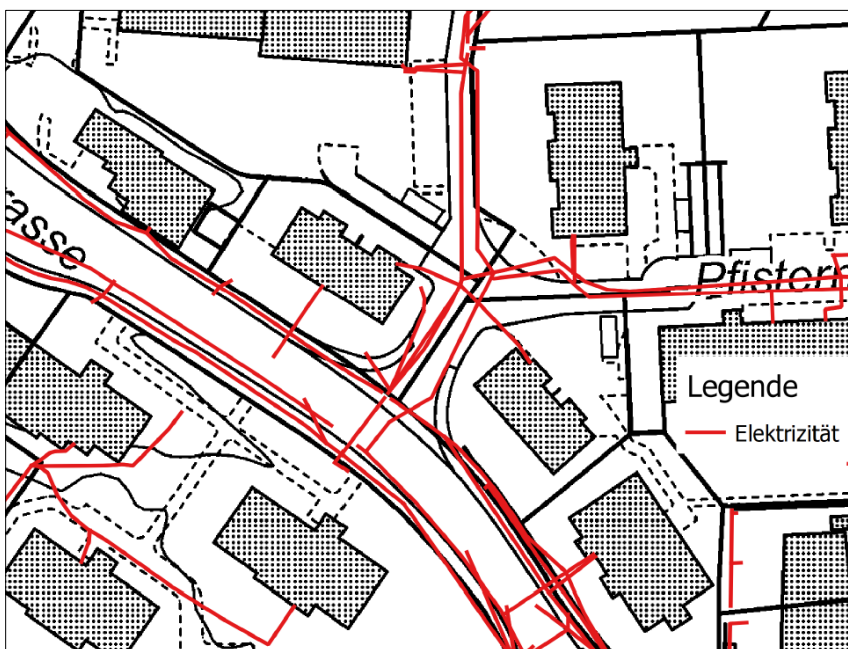


Abbildung 13: Topologische Auffälligkeiten Elektrizität

4.6.2 Administrative Besonderheiten

Zwei Werkeigentümer waren nicht bereit, Leitungskatasterdaten im Rahmen der Pilotstudie zur Verfügung zu stellen. Es wurden Bedenken einer möglichen öffentlichen Publikation geäußert. Drittpersonen hätten dadurch Zugriff auf die Informationen ihrer Daten. Zudem handle es sich um Daten der eigenen Firma und seien daher privat. Vor allem kleinere Unternehmen befürchten, dadurch Informationen zum Netzverlauf den Mitbewerbern zugänglich zu machen und ihre Wettbewerbssituation zu verschlechtern. Es wurde aber Auskunft erteilt, in welcher Form Werkinformationen

verwaltet werden. Diese Informationen sind in den aufgeführten Erkenntnissen berücksichtigt. Die Schweizerische Bundesbahnen (SBB) als Werkeigentümerin hat die Zustellung zugesichert, hat dann aber trotz mehrmaligem Nachfragen keine Daten zugestellt. Im Rahmen dieser Arbeit gab es keine Möglichkeit, die Eigentümerin dafür zu belangen.

4.7 Dateneinsicht und -bezug Leitungskataster im Kanton Zug heute

Interessierte Personen wenden sich für die Dateneinsicht und -bezug vielfach an die Gemeinde, die in der Regel an den Werkeigentümer verweisen. Dieser wiederum leitet die Anfrage an die zuständige Nachführungsstelle weiter. Je nach Gebiet und Leitungskatasterthematik sind somit mehrere Stellen zu kontaktieren. Einzelne Werkeigentümer haben Informationen zur Datenverwaltung auf «geocat.ch»⁸⁰ eingetragen. Einzelne Nachführungsstellen bieten den Werkeigentümern WebGIS-Lösungen⁸¹ an, damit Werkeigentümer direkten Einblick auf die Werkleitungsinformationen mit ihren Lage- und Sachdaten haben oder teilweise selbst aktualisieren können.

Das Format einer Datenlieferung ist abhängig vom Datenlieferant und der verwendeten Datenspeicherungssoftware. Es bestehen heute keine rechtlichen Vorgaben. Die SIA-Norm 405 gilt als Empfehlung. Hauptsächlich werden die Daten im Format DXF ausgetauscht. Dies gilt insbesondere für den Datenaustausch mit privaten Architektur- und Ingenieurbüros. Empfohlen ist auch hier die Anwendung der Norm SIA 405⁸².

⁸⁰ Metadatenkatalog für die Geodaten der Schweiz

⁸¹ zwei Programme tauschen Geodaten über ein Netzwerk aus (Client-Server-Prinzip)

⁸² SIA 405 Merkblatt 2016; Kapitel 4 Datenreferenzmodell Geo405/DXF und LKMap/DXF

5 Erwägungen technische Umsetzung

5.1 Geodatenmodell

Damit Geodaten der verschiedenen Werkeigentümer zusammen verarbeitet und genutzt werden können, müssen sie dokumentierten Geodatenmodellen⁸³ entsprechen. Geodatenmodelle leisten einen wichtigen Beitrag zur Standardisierung und somit auch zur Qualitätssteigerung von Geodaten. Mit dem Geodatenmodell wird eine grundlegende Geodaten-Harmonisierung angestrebt, bei der so wenig wie möglich in die betriebseigenen Prozess-Strukturen der verschiedenen Organisationen eingegriffen wird.

Gemäss kantonaler Gesetzgebung erlässt der Regierungsrat, nach Anhören der betroffenen Dienststellen, verbindliche Vorschriften über Geodaten- und Darstellungsmodelle, die sich auf anerkannte technische Normen stützen.⁸⁴

5.1.1 Varianten

Bereits aus der Auflistung der Projektziele (Kapitel 3.1) geht hervor, dass das AGG den Austausch im Geodatenmodell LKMap der Norm SIA 405 vorsieht. Andere Modelle sind gemäss dem kantonalen Amt nicht anzustreben. Im Rahmen dieser Master-Arbeit wird die Verwendung anderer Geodatenmodelle im internationalen Kontext dennoch geprüft. Die heute gültigen Rechtsgrundlagen geben keine Anwendung von bestimmten Normen vor. Daher kommen mehrere Varianten in Frage. Primäre Voraussetzung ist, dass die Datenmodell-Definition auf einem internationalen oder nationalen Geostandard des OGC, ISO, SNV oder ähnliche basiert und für diese kantonale Aufgabenstellung softwareunabhängig ist. Das auf IFC basierende Modell der Firma ESRI oder andere werden daher nicht einbezogen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass IFC für die Modellierung und Verwaltung von Netzwerkobjekten innerhalb des Gebäudes optimiert ist. Auch müssen offensichtlich sämtliche Leitungskatastermedien abgebildet werden können. Die Standards von PipelineML oder CIM beschreiben hauptsächlich Öl und Gas-Leitungen beziehungsweise elektrische Leitungen. Für die genauere Prüfung geeignet sind: CityGML Utility Network ADE und INSPIRE Utility and Government Services im Vergleich zu SIA 405 LKMap. Die Erarbeitung eines eigenen Modells auf der Basis von INTERLIS oder SEDRIS wird nicht verfolgt. Die Erarbeitung eines eigenen Modells ist aufwändig und bedarf der engen Zusammenarbeit mit Fachpersonen aller Anspruchsgruppen. Es erscheint zudem wenig nützlich neben

⁸³ Abbildungen der Wirklichkeit, welche Struktur und Inhalt von Geodaten systemunabhängig festlegen: GeoIG; SR 510.62, Art. 3 Abs. 1 lit. h

⁸⁴ GeoIG-ZG; BGS 215.71, § 7 Abs. 2

der Wahl von SIA 405 LKMap, welches explizit für den Leitungskataster in der Schweiz entwickelt wurde und inzwischen etabliert ist, mit einem eigens entwickelten Modell konkurrenzieren zu wollen.

LKMap ist ein Modell für den Datenaustausch und lässt sich eigentlich nicht direkt mit den Modellen von CityGML Utility Network ADE und INSPIRE Utility and Government Services vergleichen. Dennoch können sich aus einem Vergleich Hinweise ergeben, ob die notwendigen Informationen auch in anderen Datenmodellen nutzbringend verwaltet werden können oder ob in anderen Datenmodellen weitere Vorteile ersichtlich werden.

Verschiedene Kriterien werden für das Variantenstudium genauer untersucht. Kriterien sind einerseits die Bedingungen aus gesetzlichen Grundlagen und Anforderungen des AGG und andererseits sollte eine alternativ Variante mindestens die Fähigkeiten des Modells SIA 405 LKMap beinhalten. Nachfolgend Prüfkriterium A bis E und deren Analyse.

Kriterium A	Es müssen verschiedene Objektgeometrien verwaltet werden können. Es sind dies: Punkt (z.B. Schächte, Schieber), Linien (z.B. Kabelkanäle, Leitungsröhren) und Flächen (z.B. Pumpwerk, Regenbecken). Reine Attributtabelle werden vorausgesetzt.
-------------	---

Analyse:

Das Geodatenmodell SIA 405 LKMap bedient sich der Datenbeschreibungssprache INTERLIS. In INTERLIS basieren geometrischen Attributtypen auf der Repräsentation von Koordinatenwerten, welche durch den Attributtyp COORD codiert werden. Dies gilt für Punkte, Linien (POLYLINE) und Flächen (SURFACE). Die Linien und Flächengeometrien bestehen aus Linien und Kreisbögen (STRAIGHTS, ARCS). Speziell in INTERLIS ist das Konzept der Overlaps. Dabei kann eine definierte Toleranz für Überschneidungen von verschiedenen Linienelementen (in der Regel Kreisbogen und Linien) des gleichen Linienzuges gewährt werden. In LKMap sind die Flächenobjekte (Surface) mit einem Overlap von 0.05 Meter toleriert. Die Definition in INTERLIS lautet wie folgt:

Surface = SURFACE WITH (STRAIGHTS, ARCS) VERTEX LKoord
WITHOUT OVERLAPS > 0.050;

Die nachfolgende Darstellung veranschaulicht die Pfeilhöhe (p), die der Overlap-Toleranz entspricht⁸⁵.

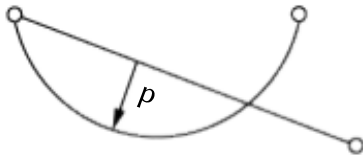


Abbildung 14: INTERLIS, Overlap-Konzept

CityGML Utility Network ADE ist eine Erweiterung von CityGML. Eine Eigenschaft von CityGML ist die Darstellung von 3D-Geometrien basierend auf dem Standard ISO 19107. Die CityGML-Spezifikation schränkt die Nutzung der GML Geometrieklassen ein⁸⁶. Folgende Geometrieklassen werden referenziert: Surface, Curve, GeometricPrimitive. In CityGML ist eine Curve (Linie) auf eine gerade Linie beschränkt. Es wird nur die GML-Klasse LineString⁸⁷ verwendet. Ein Konzept für Overlaps ist in GML generell nicht vorhanden.

INSPIRE bezieht sich auf die Grundlagen des OGC mit der Definition der Simple Feature⁸⁸. Die notwendigen Geometrien werden darin definiert, sofern weitere Bestimmungen diese Grundlagen nicht einschränken. Für die INSPIRE Utility and Government Services ist zu berücksichtigen, dass alle Kurveninterpolationen linear⁸⁹ sind. In INSPIRE Utility and Government Services ist die Verwaltung von Anlagen als Flächengeometrie in der Sub-Domäne Utility Network nicht vorgesehen⁹⁰. Bauten und Anlagen müssen als Punkte mit der entsprechenden Attribuierung erfasst und in der Grafik mit den zugehörigen Symbolen (z.B. Reservoir) visualisiert werden.

⁸⁵ KOGIS 2006 Seite 50

⁸⁶ OGC 12-019 Annex D

⁸⁷ OGC 12-019 Kapitel 8.1

⁸⁸ OGC 06-103r4.

⁸⁹ D2.8.III.6_v3.0 Seite 22, Kapitel 5.2.6 Note 1

⁹⁰ D2.8.III.6_v3.0 Seite 54, UML-Diagramm

Kriterium B	Die Datenverwaltung hat auf spezifischen Klassendefinitionen auf der Grundlage der Norm SIA 405 zu erfolgen. Je Gemeinde müssen alle Leitungsmedien gemäss gesetzlicher Bestimmung verwaltet werden können.
-------------	---

Analyse:

In INTERLIS werden die Art des Mediums über das verpflichtende Attribut «Objektart» verwaltet. Dazu existieren je nach Medium verschiedene Unterklassen, die die Punkt-, Linien- oder Flächenart bestimmen.

In CityGML sind solche Aufzählungsattribute vom Typ «CodeType» und ihre zulässigen Attributwerte können in einer Codeliste angegeben werden, die ausserhalb des CityGML-Schemas festgelegt ist. Eine Codeliste enthält codierte Attributwerte und stellt sicher, dass für denselben Begriff oder dasselbe Konzept derselbe Code verwendet wird⁹¹. Die Erweiterung CityGML Utility Network ADE enthält die FeatureType «AbstractMedium» für die Definition des Mediums⁹².

Die in INSPIRE Utility and Government Services Leitungsmedien passen mit den gesetzlichen Vorgaben des Kantons überein. Die vorhandenen Code-Listen sind nach INSPIRE-Richtlinie als erweiterbar oder leer definiert⁹³.

Kriterium C	Die Netztopologie muss fakultativ sein. Die Leitungen werden teilweise als «Spaghetti-Linien» geliefert.
-------------	--

Analyse:

In SIA 405 LKMap ist keine Topologie definiert. INTERLIS 2 unterstützt, kein explizites Topologiemodell.

CityGML bietet die explizite Modellierung der Topologie, beispielsweise die gemeinsame Nutzung von Geometrieobjekten, an. Gemäss dem Core-Modell in

⁹¹ OGC 12-019 Seite 14 (Code lists for enumerative attributes)

⁹² <https://github.com/TatjanaKutzner/CityGML-UtilityNetwork-ADE/blob/master/UML/UML_diagrams_CityGML_UtilityNetwork_ADE.pdf>
letzter Zugriff: 21.08.2019

⁹³ <<http://inspire.ec.europa.eu/codelist>>
letzter Zugriff: 21.08.2019

CityGML Utility Network ADE kann die Kanten-Topologie definiert werden, muss aber nicht⁹².

In INSPIRE Utility and Government Services ist die Netztopologie nicht Voraussetzung⁹⁴.

Kriterium D	Die Objekte müssen als 2D-Geometrie gespeichert werden können. Optional ist die Verwaltung von 2.5D oder 3D sinnvoll, aber momentan keine Bedingung.
-------------	--

Analyse:

SIA 405 LKMap sieht die Verwaltung als 2D-Daten vor. Die Erfassung von 2.5D Informationen ist in LKMap optional. Für die 3D Verwaltung existiert ein zusätzliche Modell-Definition (SIA405_LKMap_3D).

CityGML beinhaltet die räumlichen Fähigkeiten von GML3 für den Umgang mit Koordinatenreferenzsystemen. Grundlage für alle diese Basisgeometrietypen, ist die Repräsentation von Koordinatenwerten, welche in GML3 in zwei verschiedenen Arten codiert werden können (gml:pos und gml:coordinates). In CityGLM ist die Verwaltung von 2D, 2.5D und 3D möglich.

In der Spezifikation von INSPIRE Utility and Government Services wird das räumliche Schema auf 0-, 1-, 2- und 2.5-dimensionale Geometrien beschränkt.⁹⁵

Kriterium E	Die Einbindung in schweizerische und internationale Standards ist notwendig, damit Kosten auf viele Lizenznehmer verteilt werden können und Softwarehersteller entsprechende Schnittstellen zur Verfügung stellen oder Austauschmechanismen vorhanden sind.
-------------	---

⁹⁴ D2.8.III.6_v3.0 Seite 11: Topology is not required being possible to represent networks.

⁹⁵ D2.8.III.6_v3.0 Seite 22, Note 1

Analyse:

LKMap basiert auf Normen der SIA und der schweizerischen Normenvereinigung (SNV).

Das OGC CityGML ist ein offenes Datenmodell und ein XML-basiertes Format zum Speichern und Austauschen von semantischen 3D-Stadtmodellen. Es ist ein Anwendungsschema für die Geography Markup Language Version 3.1.1 (GML3), den erweiterbaren internationalen Standard für den Geodaten austausch, der vom OGC und der ISO TC211 herausgegeben wurde. CityGML ist ein internationaler OGC-Standard und kann kostenlos verwendet werden. Ebenfalls ist die Utility Network ADE kostenlos unter bestimmten Lizenzbedingungen verwendbar. Die Integration von Utility Network ADE als reguläres Modul im CityGML-Standard ist in Bearbeitung.

INSPIRE wurde von der europäischen Kommission initiiert und in Zusammenarbeit mit Entscheidungsträgern und weiteren Experten entwickelt. Es ist ein europäisches Rahmengesetz, das nun seit der Beschlussfassung 2007 umgesetzt wird. Die Spezifikationen beruhen auf ISO-Standards oder streben eine solche Zertifizierung an. Von INSPIRE Utility and Government Services existieren die «Data Specification on Utility and Government Services – Technical Guidelines». Die technischen Leitfadendokumente sind rechtlich nicht bindend.

5.1.2 Bewertung und Fazit

Tabelle 3: Zusammenfassung Analyse Geodatenmodell

Prüfkriterium	LKMap	CityGML Utility Network ADE	INSPIRE Utility and Government Services
A Geometrietyt und Definition	+	-	-
B Klassendefinition gemäss SIA	+	●	●
C Topologie optional	+	+	+
D Verwaltung Dimension	+	+	●
E Umsetzung von Standards	●	●	●

+ übertroffen, ● ausreichend, – nicht erfüllt

SIA 405 LKMap

Stärke	<ul style="list-style-type: none"> – LKMap ist Teil der Norm SIA 405. Das Geodatenmodell ist grafisch als UML-Diagrammen⁹⁶ definiert und in INTERLIS 2 systemunabhängig beschrieben. SIA 405 und INTERLIS sind in der Schweiz anerkannte Richtlinien. – LKMap wird in mehreren Kantonen angewendet oder deren Anwendung ist vorgesehen.⁹⁷
Schwäche	<ul style="list-style-type: none"> – Anpassung des Modells erfolgt über die SIA Kommission, Kantonale Verwaltung hat keine direkte Einflussnahme – Es fehlt die tatsächliche Einbindung in die internationale Geo-Normenfamilie
Chance	<ul style="list-style-type: none"> – Das AGG kann Erfahrungen mit anderen kantonalen Behörden austauschen und sich aktiv an der Weiterentwicklung der angewendeten Norm beteiligen. – Die Erweiterung des Geodatenmodells LKMap für Mehranforderungen ist möglich. Dazu wird das Strukturattribut 'Eigenschaft' (BAG of Eigenschaften) verwendet. – Verwendung des Modells SIA LKMap 3D zur Verwendung von Höhenangaben und somit besseren Kombination an Architektur- und BIM-Modelle⁹⁸
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> – Durch die Verwendung von schweizerischen Standards wird das Risiko für zusätzliche kosten- und zeitaufwändigen Spezialanpassungen an vorhandene Softwaresysteme reduziert. Dennoch werden je nach verwendeter Softwaresysteme und Datenbanken Schnittstellen oder Konvertierungen notwendig sein, um die Informationen im verlangten Format exportieren zu können.

⁹⁶ Unified Modeling Language: grafische Standard-Notation für die Modellierung von Objekten der realen Welt

⁹⁷ Siehe dazu: Kapitel 4.2 Leitungskataster national

⁹⁸ BIM: Building Information Modeling, Methode der vernetzten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden und anderen Bauwerken

CityGLM Utility Network ADE

Stärke	<ul style="list-style-type: none"> – Einbindung in 3D-Datenmodell – Verwaltung eines kompletten Werkleitungskatasters möglich – Verwaltung von 2D, 2.5D oder 3D Geometrien – Die Kanten können miteinander verlinkt werden, müssen aber nicht
Schwäche	<ul style="list-style-type: none"> – Komplexität; CityGML und die Utility Network ADE bieten viel mehr als die blosse 2D-Darstellung eines Leitungskatasterplanes und sind daher sehr komplex – Zusätzliche Definition der Klassen ist notwendig (gemäss SIA-Normen) – Verwaltung von Linien mit Bögen nicht möglich – Kein Overlap-Konzept
Chance	<ul style="list-style-type: none"> – Verwendung der dritten Dimension – Verwendung von Topologien und deren Auswertungen – Integration an 3D-Stadtmodell, Anbindung der Leitungen an Objekte der Stadt z.B. Elektrizität an Strassenlaterne – Risikomanagement und Katastrophenplanung möglich
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> – Ablehnung der Anspruchsgruppen aufgrund der Mehranforderung an zusätzlichem technischem Wissen – Einzellösung im kantonalen Vergleich – Import von Daten auf Modell LKMap basierend nicht möglich (Bogen müssen in Geraden segmentiert werden) – Integration als CityGML-Standard ist in Bearbeitung

INSPIRE Utility and Government Services

Stärke	<ul style="list-style-type: none"> – Einbindung in europäisches Geoinformatik-Konzept INSPIRE – Grosse Verbreitung von INSPIRE und deren Umsetzung und Weiterentwicklung im europäischen Kontext
Schwäche	<ul style="list-style-type: none"> – 3D Geometriedaten nicht vorgesehen – Verwaltung von Linien mit Bögen nicht möglich – Verwaltung von Bauten und Anlagen in anderen Datenmodellen oder nur als Punkt – Anpassungen der Codelisten notwendig – Kein Overlap-Konzept
Chance	<ul style="list-style-type: none"> – Verwaltung des Leitungskataster im europäischen Kontext und Vergleich und Austauschbarkeit – Bei vorhandener Topologie Ausführung von Simulationsberechnungen möglich
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> – Ablehnung der Anspruchsgruppen (Stakeholder) aufgrund der Mehranforderung an zusätzlichem technischem Wissen – Einzellösung im kantonalen Vergleich – Import von Daten auf Modell LKMap basierend nicht möglich (Bogen müssen in Geraden segmentiert werden)

Das Amt für Grundbuch und Geoinformation Kanton Zug sorgt für die Koordination der Geodaten, welche auf Kantonsgebiet erhoben werden und bewirtschaftet die kantonale Geodateninfrastruktur GIS Kanton Zug. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine Vielzahl von Anspruchsgruppen beteiligt sind. Technologische Aspekte stehen beim Aufbau von Geodateninfrastrukturen oftmals im Vordergrund. Eine Geodateninfrastruktur als sozio-technische⁹⁹ Lösung beinhaltet aber noch weitere Komponenten, die fernab der technologischen Entwicklung für einen erfolgreichen Aufbau und nachhaltigen Betrieb einer Geodateninfrastruktur verantwortlich sind. Ohne die kooperative Zusammenarbeit mit den Datenherren¹⁰⁰ ist der Betrieb einer Geodateninfrastruktur schwerlich realisierbar. Die Berücksichtigung nationaler Normen und die Anwendung etablierter Lösungen fördert diese Zusammenarbeit mit den Anspruchsgruppen. Insbesondere auch mit Werkeigentümern, die in verschiedenen angrenzenden Kantonen ähnliche gesetzliche und technische Vorgaben zu erfüllen haben. Bei der Variantenwahl ist dieser Sachverhalt stark zu gewichten und die Wahl des Geodatenmodells fällt sinnvollerweise auf eine im schweizerischen Kontext etablierte Lösung. Dies ist in diesem Fall die Anwendung von SIA 405 LKMap. Das AGG

⁹⁹ Sozio-technischen System: organisierte Menge von Menschen und mit diesen verknüpften Technologien, welche in einer bestimmten Weise strukturiert sind, um ein spezifisches Ergebnis zu produzieren.

¹⁰⁰ Siehe dazu Kapitel 2.4.6 Werkeigentümer, Werkeigentümerin

erhofft sich ganz allgemein mit dieser Wahl eine hohe Akzeptanz für den Leitungskataster bei allen Anspruchsgruppen.

Für die künftige Entwicklung des Leitungskatasters ist die Anbindung an 3D-Modelle und BIM-Technologie erstrebenswert. Auch die vollständige Erfassung der Leitungsnetze ist für Simulationsberechnungen notwendig. Mit topologisch kompletten Leitungsnetzen und vollständiger Verfügbarkeit in 3D würde der digitale Leitungskataster zu einer mächtigen Arbeits- und Planungsgrundlage. Der Leitungskataster könnte dadurch nutzbringend eingesetzt werden, zum Beispiel für Risikoberechnungen des Hochwasserschutzes oder für den Ausfall beziehungsweise Unterhalt der Leitungsnetze, um betroffene Adressen automatisiert zu ermitteln.

Aufgrund der Analyse der Kriterien kann die Aussage gemacht werden, dass mit dem heute vorhandenen Modell CityGLM Utility Network ADE die Daten für den kantonalen Leitungskataster verwaltet werden können unter der Berücksichtigung, dass Bogenstrukturen als gerade Linien segmentiert sind. Für INSPIRE Utility and Government Services trifft diese Aussage nur bedingt zu. Es fehlt neben der fehlenden Integration von Kreisbogen auch die Verwaltung der Bauten und Anlagen als geschlossene Flächengeometrien.

5.2 Geodatentransfer

Mit dem Geodatentransfer soll definiert werden, mit welchen technischen Hilfsmitteln die Geodaten geliefert werden sollen. Zur Datenlieferung hat das AGG bereits als Ziel definiert, dass die Bereitstellung der Daten gemeindeweise über eine Datenverwaltungsstelle zu erfolgen hat¹⁰¹. Die Datenverwaltungsstelle soll damit die Aufgaben der Qualitätsprüfung und der Zusammenführung der Leitungskatasterdaten im Auftrag der Gemeinde übernehmen. Die Datenverwaltungsstelle ist für die Weitergabe an das AGG verantwortlich. Der Datentransfer zum AGG soll jeweils mindestens per Quartalsende erfolgen¹⁰². Nachfolgende Kapitel sollen die Varianten dieses Datentransfers aufzeigen und bewerten. In welcher Form die verschiedenen Werkeigentümer die Daten an die Datenverwaltungsstelle liefern ist nicht Gegenstand der Überlegungen.

¹⁰¹ Siehe dazu: Kapitel 3.1 Projektziele der kantonalen Verwaltung

¹⁰² Siehe dazu: Kapitel 3.2 Systemziele

5.2.1 Varianten

Für den Datentransfer bieten sich zwei Verfahren an: das Dateitransferverfahren oder das Direktzugriffsverfahren. Nach Definition von INSPIRE wird dies als «pre-defined data sets or predefined parts of data set» und «direct access download service» bezeichnet¹⁰³.

Beim Dateitransferverfahren werden Dateien mit dem gewünschten Inhalt und Strukturierung bereitgestellt, die dann zu einem bestimmten Zeitpunkt heruntergeladen werden. Die verwendete Technologie ist vorzugsweise jene von Atom¹⁰⁴ und OpenSearch¹⁰⁵. Verschiedene etablierte Auszeichnungssprachen existieren, die es ermöglichen, raumbezogene Daten dateibasiert und strukturiert auszutauschen. Um an das vorangehende Kapitel der Datenmodellierung anzuknüpfen, könnten Daten beispielsweise auch im Format CityGML ausgetauscht werden. Die Vorgabe der kantonalen Verwaltung, das Geodatenmodell SIA 405 LKMap zu verwenden, erwirkt die Anwendung der Norm SIA 405. Die Norm SIA 405 beschreibt wie folgt: «Das Geodatenmodell LKMap ist in INTERLIS 2 beschrieben. Die Geodaten werden im INTERLIS Transferformat (LKMap/XTF) oder (LKMap/DXF) verfügbar». Im Format DXF werden in erster Linie Geometriedaten von Werkleitungsinformationen übertragen und der Austausch ist mit Informationsverzicht verbunden. Diese Lösung kann für bestimmte Anwendungen nützlich sein, ist aber für den automatisierten und kontrollierten Austausch des Leitungskatasters mit den Detailinformationen nicht geeignet und wird daher nicht genauer betrachtet. Da das AGG betreffend Geodatenmodell Vorgaben gemacht hat und die Umsetzung im schweizerischen Kontext eingebettet und keine Insellösung sein soll, wird für diese Verfahren die Möglichkeit von INTERLIS/XTF als mögliche Varianten genauer betrachtet. Ein INTERLIS-Modell kann auch in ein GML-Applikationsschema abgeleitet werden. Die Norm eCH-0118¹⁰⁶ definiert die notwendigen Regeln.

Beim Direktzugriffsverfahren kommunizieren die Anwendungen des Nutzers und des Anbieters über ein Protokoll miteinander. Die Nutzeranwendung fordert mittels standardisierten Dienstes die gewünschten Daten an. Es bietet sich die Möglichkeit den gewünschten Umfang der Datenlieferung räumlich oder inhaltlich zu selektionieren. Das OGC hat verschiedene Geowebdienste spezifiziert: Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS), Web Processing Service (WPS) und weitere. Ein WMS-Dienst produziert statische Karten in Bildformaten, wie zum

¹⁰³ INSPIRE Download Services.

¹⁰⁴ The Atom Syndication Format; XML-basierter Austausch von Nachrichten, IETF (Internet Engineering Task Force) RFC 4287

¹⁰⁵ OpenSearch.org, OpenSearch 1.1 Specification, XML-basierte Suchtechnik

¹⁰⁶ <<https://www.ech.ch/dokument/7e5afd81-b53e-48b5-8ff4-e918fff1cecb>> GML-Kodierungsregeln für INTERLIS
Letzter Zugriff 10.802019

Beispiel GIF oder PNG. Ein WFS-Dienst dagegen ermöglicht den Transfer von einzelnen räumlichen Geobjekten in Form von Vektordaten, zum Beispiel Leitungen (Linien), Schächte (Punkte) und Bauten (Flächen). Das Standardaustauschformat ist GML, andere Formate sind allerdings auch möglich. Ein WCS greift auf Bilddatenarchive, auch Rasterdaten genannt, zu. Der WCS ist zu vergleichen mit WFS, allerdings nur für Rasterdaten. WFS ist ein Geodienst für geographische Berechnungen und räumliche Analyse von Geodaten. Der WFS beschreibt, wie ein Prozess über das Internet gefunden, beschrieben und ausgeführt werden kann.

Prioritär wird die Möglichkeit des Web Feature Service (WFS) für die Anforderung des Datentransfers Leitungskataster als nützlich erachtet. Das OGC hat im November 2010 die WFS Version 2.0 verabschiedet, die zur ISO-Norm 19142 erklärt wurde. WFS 2.0 wurde im Vergleich zur Vorgängerversion in seinem Funktionsumfang erweitert. Ein WFS-Dienst ermöglicht den Zugriff auf geographische Objekte in Datenbanken und gibt das Ergebnis als Vektordatensatz zurück. Die Standardisierung wird mit den technischen Dokumenten des OGC geleistet. Die Spezifikationen basieren auf der ISO-Normenreihe 19100. WFS könnte unter Umständen auch als Datentransferverfahren betrachtet werden, wenn die Möglichkeit der dauerhaft gespeicherten Datenabfrage verwendet wird. Nachfolgend aufgeführt sind Prüfkriterium A und B und deren Analyse.

Kriterium A	Für den Datentransfer wesentlich ist, dass die Leitungskatasterinformationen gemäss LKMap strukturiert und vollständig transferiert werden können.
-------------	--

Analyse:

Für den Datentransfer wird auf die Handlungsanweisungen des KKGeo¹⁰⁷ und GKG/KOGIS¹⁰⁸ Projektes «Modellkonformer Austausch von Geodaten (MDX)» verwiesen. Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene Verfahren analysiert und bewertet¹⁰⁹. Nachfolgende Tabelle visualisiert, dass die Varianten V3, V4 und V5 zu Umsetzung empfohlen werden. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der breiten Abstützung des Projektes und der umfassenden Begründung, die kantonalen Geoinformations-Fachstellen den Empfehlungen folgen werden. Es werden daher nur

¹⁰⁷ Konferenz der Kantonalen Geoinformationsstellen

¹⁰⁸ Koordinationsorgan für Geoinformation des Bundes (frühere Bezeichnung GIS-Koordinationsgruppe), Koordination, Geoinformation und Services (KOGIS), Unternehmensbereich der swisstopo

¹⁰⁹ <https://www.geo.admin.ch/content/geo-internet/de/geo-information-switzerland/geobasedata-harmonization/_jcr_content/contentPar/downloadlist/downloadItems/107_1467790912274.download/Handlungsanweisungen_MDX_v-1-0-d_final.pdf>
 Letzter Zugriff 21.08.2019

die drei empfohlen Varianten betrachtet. Massgebend ist die Wahl zwischen dem Dateitransferverfahren und dem Direktzugriffsverfahren.

Dateitransferverfahren				Direktzugriffsverfahren		
V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
INTERLIS/XTF	INTERLIS/XTF	INTERLIS/XTF	INTERLIS/GML	INTERLIS/GML	INTERLIS/GML oder INTERLIS/XTF	GML 2.1.2/ GML 3.1.1
HTTP- oder FTP-Link	REST-Service	Atom + OpenSearch	Atom + OpenSearch	WFS 2.0.0	andere Webservice-Technologie (z.B. SOAP)	WFS 1.0.0/ WFS 1.1.1
✘	✘	✔	✔	✔	✘	✘

Abbildung 15: Umsetzungsvarianten aus Handlungsanweisung KKGEO-und GKG/KOGIS-Projekt «Modellkonformer Austausch von Geodaten (MDX)»

INTERLIS beinhaltet einerseits die Technik für die konzeptionelle Beschreibung von Geodatenstrukturen als Geodatenmodell und andererseits auch eindeutige Kodierungsregeln¹¹⁰ für die Festlegung des Austauschformates. Die aktuell meist genutzte objektorientierte Version ist INTERLIS 2 (Version 2.3). Für den Datentransfer verwendet INTERLIS 2 eine XML-Kodierung. Wie die Erfahrungen aus der Pilotstudie von der Gemeinde Baar zeigen, stehen entsprechende Schnittstellen bei Softwareanwendungen, die in der Schweiz eingesetzt werden, oftmals zur Verfügung¹¹¹. Insbesondere wurden die Variante INTERLIS/XTF gewählt. Diese ist der Variante INTERLIS/GML vorzuziehen auch weil, ein GML-Applikationsschema nicht alle Beschreibungsmerkmale des INTERLIS-Modells enthält¹¹². Dieser Datentransfer ist kritisch zu betrachten. Die XTF-Kodierung ist momentan vorzuziehen, da optimal auf das Datenmodell abgestimmt.

Seit dem November 2010 liegt die WFS-Spezifikation in der Version 2.0 vor. Diese Version der Spezifikation wurde auch als ISO 19142 veröffentlicht. Mit der GetFeature-Operation kann ein Nutzer (Client) Daten aus der Datenbank abfragen. Der WFS liefert diese Daten in Form eines GML-Dokuments. Der Client kann hier in vielfältiger Weise Einschränkungen für die Menge der angefragten Features definieren. Es können so nach bestimmten Kriterien ausgewählte Feature-Instanzen aus einer Geodatenbank extrahiert und dem WFS-Client übermittelt werden. Um mit WFS zu arbeiten, ist eine GML-Spezifikation notwendig. Sie legt fest, wie die Daten, die ein WFS liefert, kodiert

¹¹⁰ KOGIS 2006 Referenzhandbuch INTERLIS 2, Kapitel 3

¹¹¹ Siehe dazu Kapitel 4.6 Erkenntnisse aus Pilotstudie digitaler Leitungskataster Gemeinde Baar

¹¹² Siehe dazu: Fussnote 106, eCH-118, Kapitel 2.3

sein müssen. Die Norm eCH-0118 GML-Kodierungsregeln für INTERLIS gibt Regeln für die Kodierung vor. Zu beachten ist, dass wenn komplexe Objekte oder multiplen Beziehungen, also mit einer anderen Kardinalität als 1:1 vorkommen, nicht mehr die gesamte Information in einer Tabelle gespeichert werden kann, dazu werden mehrere Datenbanktabellen benötigt. Dies ist bei der Umsetzung von SIA 405 LKMap der Fall. Um ein Objekt zu rekonstruieren, ist die Verbindung mehrerer Tabellen nötig. Dieser Sachverhalt hat Auswirkung auf die Performanz des Datentransfers. Zudem stellt sich die Frage, ob die eingesetzte GIS-Software die entsprechende Umsetzung überhaupt erlaubt. Es fehlt an entsprechenden Beispielen aus anderen Kantonen.

Kriterium B	Gefordert ist die quartalsweise Lieferung aller Datensätze der gesamten Gemeinde.
-------------	---

Analyse:

Die in INTERLIS erzeugten Transferdateien beinhalten den gesamten Inhalt. Es sei denn, ein zusätzliches Applikationsprogramm erlaubt die Selektion. Die Daten können mittels Stapelverarbeitungsaufträgen bereitgestellt werden.

Die OGC Norm OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard¹¹³ und die entsprechenden ISO-Normen ermöglichen es Geodaten selektiv zu beziehen. Abfragen können auch gespeichert werden «Stored Queries» und «Joins» gespeichert werden.

5.2.2 Bewertung und Fazit

Tabelle 4: Zusammenfassung Analyse Geodatentransfer

Prüfkriterium	Dateitransferverfahren INTERLIS-XML	Direktzugriffsverfahren WFS
A Modellstrukturierung	+	-
B Transferintervall	●	+

+ übertroffen, ● ausreichend, – nicht erfüllt

¹¹³ OGC 09-025r2.

Dateitransferverfahren mittels INTERLIS/XTF

Stärke	<ul style="list-style-type: none"> – INTERLIS 2 ist systemunabhängig und in der Schweiz eine anerkannte Richtlinie¹¹⁴. – Der dateibasierte Austausch ist etabliert und wird auch in anderen Kantonen beim Austausch von LKMap Daten vollzogen oder ist vorgesehen. (Kanton Basel-Landschaft, Zürich, Graubünden)
Schwäche	<ul style="list-style-type: none"> – Dateien sind physisch bereitzustellen
Chance	<ul style="list-style-type: none"> – Etabliertes Konzept, notwendige Schnittstellen oder Ablaufprozesse definiert und teilweise auch erprobt – Im Rahmen der Pilotstudie konnten 16 von 19 Datensätzen als Datei im Format INTERLIS LKMap geliefert werden. Bestimmte Softwaresysteme bieten entsprechende Schnittstellen an. Fachpersonen der Datenverwaltungsstelle ist das Dateiformat INTERLIS 2 bekannt. – Transfer mindestens quartalsweise
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> – Automatisierung durch verschiedene, digitale Verarbeitungsaufträge

Direktzugriffsverfahren mittels WFS

Stärke	<ul style="list-style-type: none"> – Direkter, strukturierter Datenzugriff – Selektionsmöglichkeiten – Moderne Architektur aufbauend auf internationalen Standards
Schwäche	<ul style="list-style-type: none"> – Modellkonforme Umsetzung der Softwareanbieter zurzeit unsicher – hoher Initialisierungsaufwand – Kenntnisse für Aufbau und Betrieb des Geowebdienstes
Chance	<ul style="list-style-type: none"> – Aufbau eines zeitgemässen Datenaustausches – Vollständige Automatisierung
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> – Werkeigentümer beziehungsweise deren Nachführungsstellen verfügen nicht über die entsprechende Infrastruktur oder sind nicht gewillt, diese zu betreiben – verminderte Performanz

Vorerst ist das dateibasierte Konzept dem Webdienstkonzept vorzuziehen. Wie auch bei der Wahl des Geodatenmodells geht es bei dieser Lösungsvariante darum, eine hohe Akzeptanz bei den Werkeigentümern zu erreichen. Der dateibasierte Datenaustausch ist gebräuchlich und ist im Zusammenhang mit dem Geodatenmodell SIA 405 LKMap etabliert. Die Softwareanwendungen der Nachführungsstellen verfügen grösstenteils über eine entsprechende Schnittstelle. Nichtsdestotrotz kann für den späteren Betrieb

¹¹⁴ KOGIS 2006.

des Datenbezuges ein WFS-Dienst vorgesehen und als künftige Option berücksichtigt werden. Es ist im Rahmen des Konzeptes¹¹⁵ zu prüfen, ob eine zusätzliche Schnittstelle ab Einführung des Leitungskataster Kanton Zug sinnvoll ist oder erst zu einem späteren Zeitpunkt implementiert werden soll. Die momentane Zurückhaltung gegenüber diesem zukunftsorientierten Lösungsansatz ist mit den technischen Möglichkeiten der Werkeigentümer respektive den beauftragten Datenverwaltungsstelle begründet. Im Kanton Zug, und überall wo man mit «kleinen» Werkeigentümer zu tun hat, ist die Zeit für solche Lösungen noch nicht gekommen. Die Variante im Direktzugriff bringt die Vorteile, des direkten und selektiven Zugriffes auf die Geodaten. Diese Vorteile sind aber momentan nicht von Bedeutung.

Prozess Dateitransferverfahren:

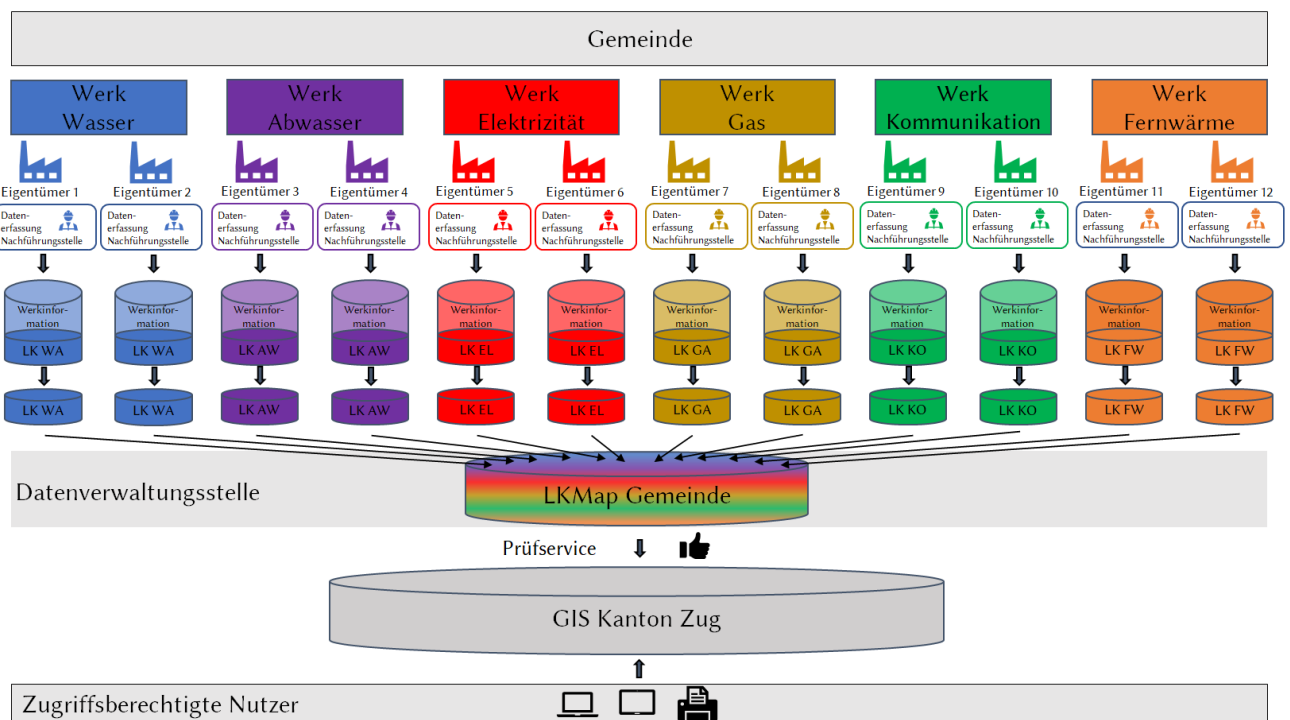


Abbildung 16: Prozesskette Variante Dateitransferverfahren

Erläuterungen zur Prozesskette dateibasiert:

- In der Gemeinde werden die verschiedenen Ver- und Entsorgungswerke von mehreren Eigentümern bewirtschaftet.
- Die Werkinformationen werden je Eigentümer von einer Nachführungsstelle erfasst und in unterschiedlichen Systemen und Datenbanken verwaltet.

¹¹⁵ Modul Konzept gemäss HERMES; siehe dazu: 1.5 Aufbau der Masterarbeit

- Die Gemeinde bestimmt eine Datenverwaltungsstelle, welche der die Leitungskatasterdaten als Teilmenge der Werkinformationen sammelt.
- Die Datenverwaltungsstelle bezieht die Leitungskatasterdaten als Datei im Format INTERLIS 2 von den Nachführungsstellen und migriert diese in eine LKMap-Datenbank.
- Die Datenverwaltungsstelle übermittelt je Gemeinde eine LKMap-Datei im Format INTERLIS 2 mittels Prüfservice an das GIS Kanton Zug. Formell fehlerhafte Dateien werden nicht akzeptiert.
- Das GIS Kanton Zug ermöglicht den berechtigten Nutzern den Zugriff auf die Leitungskatasterdaten der Gemeinde.
- Das Konzept Nachführungsstelle und Datenverwaltungsstelle (Datenbewirtschafter) entsprechen dem Datenbewirtschaftungskonzept (DBK) des Gewässerschutzverbandes GVRZ.¹¹⁶

5.3 Kostenzuweisung

Organisation	Rolle	Kostenträger
Werkeigentümer	Gesamtbewirtschaftung des Ver- oder Entsorgungswerkes	Eigentümer, Kunden/Nutzer des Werkes
Nachführungsstelle	Erfassen und Nachführungen der Werkinformationen und der digitalen Leitungsinformationen als Teilmenge davon	Werkeigentümer ¹¹⁷
Datenverwaltungsstelle	ist verantwortlich für das Zusammenfügen der bei den Nachführungsstellen entstehenden Daten zu einer kommunalen Datensammlung und deren Abgabe an das GIS Kanton Zug	Gemeinde ¹¹⁸
Amt für Grundbuch und Geoinformation	Prüfen der SIA 405 LKMap-Daten formell und Publikation im GIS Kanton Zug	Kanton ¹¹⁹

¹¹⁶ <www.zg.ch/behoerden/weitere-organisationen/gvrz/gesamtleitung-gep/01_Datenbewirtschaftungskonzept_GVRZ_20180518.pdf>
 letzter Zugriff: 21.08.2019

¹¹⁷ Siehe dazu: Kapitel 2.4.6 Werkeigentümer, Werkeigentümerin und GeoIV-ZG (BGS 215.711) § 31 Abs. 2

¹¹⁸ GeoIV-ZG; BGS 215.711, § 31 Abs. 1

¹¹⁹ GeoIV-ZG; BGS 215.711, § 4 Abs. 1 lit. a

6 Projekt-Risiken

Nr.	Risiko	Überlegung	EW	AG	RZ	Massnahme
1	Die Werkeigentümer sind nicht gewillt die Leitungskatasterdaten zur Verfügung zu stellen	<p>Die Werkeigentümer sträuben sich dagegen die Informationen zu ihren Netzen offenzulegen und den Mitbewerbern zugänglich machen</p> <p>Die Publikation im GIS Kanton Zug könnte fehlende Verträge oder Leitungsrechte offenlegen</p> <p>Die Publikation im GIS Kanton Zug könnte einen Wettbewerbsnachteil bringen</p>	1	2	2	<p>Einbezug der Werkeigentümer in Projektausschuss</p> <p>Schrittweiser Aufbau und Publikation des digitalen Leitungskatasters Kanton Zug</p> <p>Vollzug der kantonalen Gesetzgebung</p>
2	Die Nachführung im GIS erfolgt nicht zeitnah und einheitlich	<p>Die zeitliche Nachführung ist in der Verantwortung des Auftraggebers (Werkeigentümers)</p> <p>Anwendung und Interpretation der SIA-Normen ist uneinheitlich</p>	1	2	2	<p>Definition und Einführung von verbindlichen Nachführungsrichtlinien</p> <p>Einbezug der Werkeigentümer und Nachführungsstellen in Projektausschuss</p>

Nr.	Risiko	Überlegung	EW	AG	RZ	Massnahme
3	Die Gemeinde hat nicht die notwendigen personellen Ressourcen, um die Organisation aufzubauen	Die Gemeinde sieht im Leitungskataster Kanton Zug nur einen geringen Vorteil zur jetzigen Situation und behandelt die Bearbeitung und die Finanzierung nicht mit der notwendigen Priorität	1	3	3	<p>Auslagerung an Datenverwaltungsstelle, Ausarbeitung von Verträgen</p> <p>Musterverträge vorbereiten</p> <p>Gemeinsam verbindliche Terminvorgaben festlegen</p> <p>Kostenbeteiligung des Kantons (politisch nicht opportun)</p>
4	Die Datenverwaltungsstelle bekommt die notwendigen Daten von der Nachführungsstelle nicht oder nicht vollständig	Fehlende Unterstützung der Gemeinde oder des Werkeigentümer und keine rechtliche Lenkung möglich	1	3	3	<p>Vertrag und Leistungsvereinbarung mit Nachführungsstellen vereinbaren unter Einbezug der Werkeigentümer</p>

Nr.	Risiko	Überlegung	EW	AG	RZ	Massnahme
5	Die Werkeigentümer sind nicht gewillt, Mehraufwand zu leisten und die notwendige Datenaufbereitung vorzunehmen	<p>Der Export der Leitungskatasterdaten kann je nach aktueller Verwaltung der Werkleitungsinformationen Mehraufwand verursachen</p> <p>Gemeindeübergreifende Werke müssen Leitungen bei der Gemeindegrenze in zwei Teile trennen, um den exakten gemeindeweisen Export zu ermöglichen</p> <p>Der Werkeigenüber ist technisch und finanziell nicht in der Lage oder nicht gewillt Geoweb-Dienste zur Verfügung zu stellen</p>	2	3	6	<p>Einbezug der Werkeigentümer und Nachführungsstellen in Projektausschuss oder in Fachinformationsgemeinschaften</p> <p>Regelung für gemeindeübergreifende Leitungsnetze</p> <p>Mehranforderungen zurückhaltend definieren</p> <p>Anwendung verbreiteter Schweizer Standards und Normen; bekannte und verfügbare Softwareschnittstellen einsetzen</p>
6	Die Leitungsnetzveränderung wird nicht gemeldet	Leitungen werden im Feld nicht am offenen Graben erfasst	1	3	3	<p>Definition von Nachführungsrichtlinien</p> <p>Einbezug der Werkeigentümer und Nachführungsstellen in Projektausschuss</p> <p>Erlass von kommunalen Vorgaben</p>

Nr.	Risiko	Überlegung	EW	AG	RZ	Massnahme
7	Im GIS Kanton Zug werden unvollständige und uneinheitliche Daten importiert	Die Vollständigkeit und Einheitlichkeit lässt sich nur bedingt mittels automatischer Prüflogik testen. Die Sachdaten sind uneinheitlich erfasst	3	3	9	Definition von Nachführungsrichtlinien oder einheitliche Anwendung bestehender Normen und Vorgaben Einbezug der Werkeigentümer und Nachführungsstellen in Projektausschuss Dort wo möglich und sinnvoll Ausarbeitung von Datenprüfmechanismen

Legende: EW = Eintretenswahrscheinlichkeit: 1 Niedrig / 2 Mittel / 3 Hoch;
AG = Auswirkungsgrad: 1 Gering / 2 Mittel / 3 Gross, RZ = Risikozahl = EW*AG

7 Rechtsgrundlageanalyse

Auf der Grundlage der übergeordneten Gesetze und Verordnung wurden das kantonale Geoinformationsgesetz¹²⁰ und die zugehörige Verordnung¹²¹ im Jahre 2012 vom Kantonsrat beziehungsweise vom Regierungsrat genehmigt.

Das kantonale Geoinformationsgesetz regelt unter anderem die Führung und den Inhalt des Leitungskatasters sowie den Datenaustausch. Die Verordnung konkretisiert die Ausführungen des Gesetzes.

7.1 Bevorstehende Änderungen

In der jetzigen Initialisierungsphase sind keine konkreten Änderungen der gesetzlichen Bestimmungen erkennbar. Es zeichnet sich jedoch ab, dass bis zur Umsetzung der Vision eines vollständigen und aktuellen Leitungskataster mit den vielen Anspruchsgruppen ein langer Weg bevorsteht. Sollten Anpassungen in der kantonalen Geoinformationsverordnung notwendig sein, erscheint es sinnvoll und nützlich, die Thematik in einer separaten Leitungskatasterverordnung zu regeln. Dies mit dem Vorteil, bei Änderungen nur die explizit involvierten Anspruchsgruppen einbeziehen zu müssen. Eine solche, vom AGG erarbeitete Leitungskatasterverordnung befindet sich bereits in der öffentlichen Vernehmlassung. Dies im Bestreben, die Leitungskatasterverordnung Anfang des Jahres 2020 in Kraft setzen zu können.

7.2 Identifizierte Lücken

7.2.1 Unvollständige und inhomogene Datenbestände

Das AGG strebt die Umsetzung mittels der Norm SIA 405 und Geodatenmodell LKMap an. Zur Erreichung homogener Datenbestände ist der Erlass von zusätzlichen Erfassungsrichtlinien zu prüfen. Somit die vollständige und einheitliche Erfassung¹²² des Leitungskatasters gänzlich erreicht werden kann. Weil inhomogene Datenbestände der Glaubwürdigkeit des Katasters schaden und die effiziente Nutzung erheblich beeinträchtigen, sind diesbezügliche Vorgaben besonders bedeutsam¹²³.

¹²⁰ Kantonsrat Kanton Zug 29.03.2012, Stand 29.06.2019: BGS 215.71

¹²¹ Regierungsrat Kanton Zug 18.12.2012, Stand 01.01.2019 BGS 215.711

¹²² Siehe dazu: Kapitel 6 Projekt-Risiken, Nr. 2 und 6

¹²³ Fornefeld et al. 2004 Seite 73

7.2.2 Nutzungsbestimmung

Es sind Nutzungsbestimmungen zu definieren und zugehörend zu klären, wer bei einem Schaden aufgrund unvollständigen oder fehlerhaften Leitungskatasterinformationen haftet.

7.2.3 Zugriffsberechtigung

Der Leitungskataster ist als Zugangsberechtigungsstufe B definiert. Es wird kein Zugang gewährt. Im Einzelfall kann aber Zugang gewährt werden, wenn dies den Geheimhaltungsinteressen nicht widerspricht¹²⁴. Zurzeit fehlt ein Konzept zur Erreichung der Zugangsrechte.

7.3 Vorschläge zur Deckung von Lücken

7.3.1 Technische Vorschriften

Für die einheitliche Erfassung sind auf der Grundlage der bestehenden Normen technische Vorschriften zu erlassen (z.B. analog Kanton Basel-Landschaft, Administrative und technische Vorschriften¹²⁵). Speziell erwähnenswert zu den technischen Vorschriften ist die einheitliche Erfassung der Genauigkeitsangaben. Diese ist wesentlich für die spätere Verwendung der Daten. Daher ist es sinnvoll, diese Informationen entsprechend klar zu definieren und zu publizieren. Genauigkeitsangaben sind in LKMap in einem vorgegeben Wertebereich wie folgt festgelegt: genau, unbekannt, ungenau. Die SIA Norm 405 definiert die Genauigkeit wie folgt:

Die Lage und Höhe wird in der Regel eine Genauigkeit von +/-10cm gefordert. Bei Abwassersystemen müssen die Anforderungen vom Fachingenieur festgelegt werden. Die Toleranz für die Abweichung der Koordinatenwerte einer Punktberechnung aus unabhängigen Messungen entspricht dem dreifachen Betrag der geforderten Genauigkeit.

¹²⁴ Schweizerischer Bundesrat 21.05.2008, Stand 01.01.2018, GeoIV; SR 510.620, Art. 23

¹²⁵ <<https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/amt-fur-geoinformation/leitungskataster/dokumente>>, letzter Zugriff: 21.08.2019

Nachfolgend ein Beispiel, wie der Kanton Bern in seinen Weisungen die Genauigkeit definiert hat¹²⁶:

Tabelle 5: Weisung Kanton Bern, Genauigkeitsdefinition

	Mittler Fehler	Toleranz
genau	+/- 10 cm	+/- 30 cm
alle Medien ausser Abwasser Medium Abwasser	+/- 6 cm	+/- 18 cm
ungenau	Werte ausserhalb der obigen Genauigkeit / Toleranz	
unbekannt	Genauigkeit ist unbekannt	

Zudem haben die Gemeinden die vollständige Erhebung bei Leitungserstellung mittels kommunaler Erlasse, zum Beispiel mittels zwingender Bau- oder Grabungsanzeige, zu regeln.

7.3.2 Nutzungsbestimmung

Um Ansprüche gegenüber dem AGG auszuschliessen, ist ein Haftungsausschluss (Disclaimer) zu publizieren oder zu prüfen, ob die bestehenden Nutzungsbedingungen¹²⁷ von «ZugMap.secure» genügen.

7.3.3 Zugriffsberechtigung

Im Detailkonzept sind die Kriterien zur Erteilung der Zugriffsrechte sowie die technischen Vorkehrungen für die Vermeidung missbräuchlicher Nutzung zu definieren. Es ist festzulegen, welchen Personen aus welchen Institutionen unter welchen Bedingungen Zugang gewährt werden kann. In der geplanten Leitungskatasterverordnung¹²⁸ sind die künftigen Regeln zum Zutritt unter §15 aufgeführt.

¹²⁶ <https://www.geo.apps.be.ch/images/stories/documents/LKBE_Weisung_zum_Leitungskataster_im_Kanton_Bern.pdf>
letzter Zugriff: 21.08.2019

¹²⁷ <<https://www.zg.ch/behoerden/direktion-des-innern/geoportal/geodaten-darstellen/benutzerantrag-und-nutzungsbedingungen-zugmap-secure/nutzungsbedingungen-zugmap-secure.pdf>>,
letzter Zugriff: 21.08.2019

¹²⁸ Siehe dazu: Kapitel 7.1 Bevorstehende Änderungen

7.4 Beurteilung der Konsequenzen

Unvollständige und uneinheitliche Katasterdaten reduzieren die Glaubwürdigkeit erheblich. Es können Rechtsstreitigkeiten entstehen, wenn Leitungen in den Katasterdaten dargestellt in der Realität aber nicht vorhanden sind oder bei Bauprojekten zusätzliche Leitungen die Ausführung von neuen Leitungsnetzen behindern.

Eine unklare oder intransparente Regelung der Zugriffsrechte verunsichert die Werkeigentümer und erschwert die Zusammenarbeit¹²⁹.

7.5 Empfehlung

Es ist von Vorteil die bestehende Geoinformationsverordnung anzupassen und die Paragraphen betreffend Leitungskataster in eine separate Leitungskatasterverordnung auszulagern.

Die vollständige Erfassung sicherzustellen ist Aufgabe der Gemeindebehörden. Dazu kann es notwendig sein, die kommunalen Vorgaben anzupassen, um über alle Leitungsarbeiten informiert zu werden (Meldewesen).

Die Erarbeitung von Erfassungs-, Nutzungs- und Zugriffsbestimmungen ist zu prüfen und wo notwendig durch das Amt für Grundbuch und Geoinformation zu erlassen.

¹²⁹ Siehe dazu: Kapitel 4.6.2 Administrative Besonderheiten

8 Schutzbedarfsanalyse

Die Schutzbedarfsanalyse dokumentiert die Anforderungen an die Informationssicherheit und den Datenschutz.

8.1 Informationssicherheit

Als Informationssicherheit bezeichnet man Eigenschaften von informationsverarbeitenden und -lagernden Systemen, welche die Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und Integrität sicherstellen. Sie umfasst neben der Sicherheit der IT-Systeme und der darin gespeicherten Daten auch die Sicherheit von nicht elektronisch verarbeiteten Informationen.

Im Bericht Sicherheit Schweiz 2019¹³⁰ des Nachrichtendienstes des Bundes wird die allgemeine Sicherheitslage der Schweiz beurteilt. Die politische Stabilität und wirtschaftliche Robustheit in Europa werden, als Grundlage dieser Beurteilung, als abnehmend bewertet. Europa stehe im Bann eigener Krisen und globaler Machtkämpfe. Es wird eine Rückkehr zur Machtpolitik¹³¹ und damit der wachsenden machtpolitischen Rivalitäten erwartet. Auch der Einsatz von Cybermitteln als zentralem Instrument nationaler Machtausübung dürfte weiter an Gewicht gewinnen.

Der Leitungskataster Zug enthält attraktive Informationen und könnte daher auch Ziel von Cybercrime-Attacken sein. Es handelt sich dabei aber nicht um detaillierte Werkinformationen, die Aufschluss über konkrete Steuerungsmechanismen oder -apparate liefern könnten. Hauptsächlich sind mit dem Leitungskataster die Lage und die Vernetzung der Leitungen ersichtlich. Bereits heute sind wesentliche ober- und teilweise oder auch unterirdische Anlagen in Landeskarten oder in «ZugMap.ch» ohne Zugriffseinschränkung ersichtlich.

¹³⁰ <<https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/57073.pdf>>, letzter Zugriff 21008.2019

¹³¹ Macht, anstatt mit rechtlichen Mitteln oder in multinationalen Gremien durchzusetzen zu versuchen, mit kriminellen Straftaten (Entführungen oder Ermordungen auf staatliche Anordnung, Annexion von Gebieten)

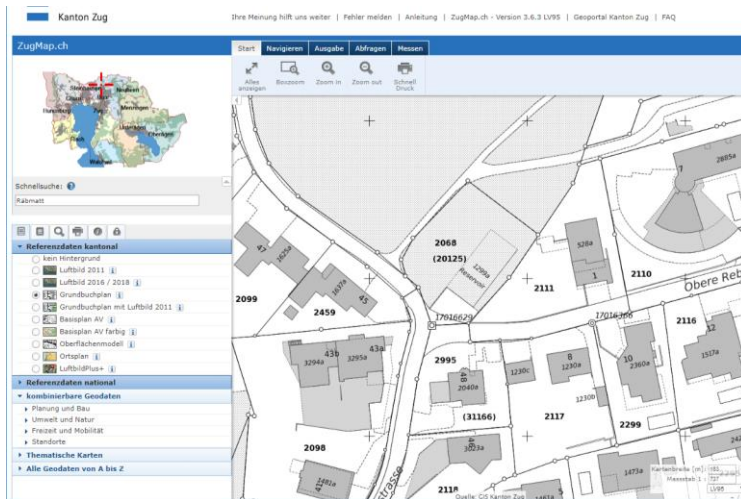


Abbildung 17: zugmap.ch; Reservoir Rämatt Baar

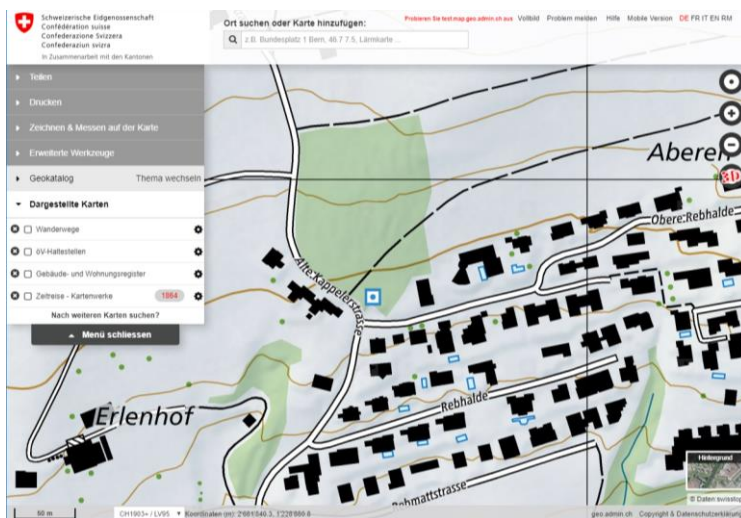


Abbildung 18: map.geo.admin.ch; Reservoir Rämatt Baar

8.2 Datenschutz

Leitungskatasterdaten sind Sachdaten und beinhalten keine Personendaten im Sinne des Datenschutzgesetzes¹³². Erst mit der Verknüpfung weiterer Rauminformationen, wie zum Beispiel nach einem Verschnitt mit der Informationsebene der amtlichen Vermessung und zusätzlichem Zugriff auf die Grundbuchinformationen, ist es möglich eine oder mehrere Personen einer Adresse oder einem Grundstück zuzuordnen. Eine solche Personenbestimmung lässt sich nur mit Expertenwissen und beträchtlichem Aufwand bewerkstelligen. Zudem unterliegen die Grundbuchinformationen ebenfalls dem Datenschutzgesetz.

¹³² Kantonsrat Kanton Zug 28.09.2000, Stand 03.05.2014, Datenschutzgesetz; BGS 157.1, § 2

Bei der Umsetzung ist zu berücksichtigen, dass auch Anfragen, die auf die Daten des digitalen Leitungskatasters zugreifen, dem Datenschutz unterliegen.

8.3 Schutzbedarfsanalyse nach HERMES

Tabelle 6: Fragestellung Schutzbedarf nach HERMES

Fragestellung	Antwort	Klassifizierung	Schutzbedarf	Kommentar, Begründung
Welche Art von Daten wird bearbeitet/aufbewahrt?	Reine Applikationsdaten (Sachdaten)	Nein	Schutzbedarf gesenkt; Genehmigung IT-SIBE erforderlich	
Wie wird auf die Informationen zugegriffen?	Mit Anmeldung von Intern und Extern	Vertraulich	erhöhter Schutzbedarf	Geoinformationsverordnung; BGS 215.711-A2
In welchem Umfang muss die Echtheit, Korrektheit und Unversehrtheit nachgewiesen werden?	keine gesetzlichen Anforderungen	Normale Integritätsanforderungen	Standard	
Welche Anforderungen an Backup/Restore sind gewünscht?	Verlust max 1 Tag (Standard Backup)	Verlust bis 1 Tag zulässig	Schutzbedarf gesenkt; Genehmigung IT-SIBE erforderlich	Bei den Daten handelt es sich um Erzeugnisse aus anderen Datenbeständen, welche jederzeit wieder hergestellt werden können.
Welche Vorkehrungen müssen für einen Ausfall des Objektes getroffen werden?	Virtuelles System (Downtime bis Restore virtuelles Image)	Unterbruch bis 1 Tag zulässig	Standard	Der Leitungskataster ist ein Thema im ZugMap.secure. Die Verfügbarkeit erfolgt nach dem Best-Effort Grundsatz, der für die gesamte Geodateninfrastruktur gilt.

9 Projektmanagementplan

9.1 Szenario mit Phasen und Meilensteinen

Der Zeitbedarf bis zur Erreichung des kompletten digitalen Leitungskataster Kanton Zug ist schwierig abzuschätzen. Diverse öffentliche und private Organisationen mit unterschiedlichen Voraussetzungen und Erwartung werden involviert sein. Unter dieser Voraussetzung ist es sinnvoll, die Einführung als «Programm» Digitaler Leitungskataster Kanton Zug zu bezeichnen. Dem Programm zugeordnet sind Projekte der Realisierung und Einführung je Leitungskatastermedium. Diese Projekte je Leitungskatastermedium können zeitgleich oder gestaffelt erfolgen. Sinnvoll ist der Beginn mit einem Leitungsmedium, welches bereits heute eine hohe Homogenität aufweist (z.B. Abwasser, Gas, Elektrizität).

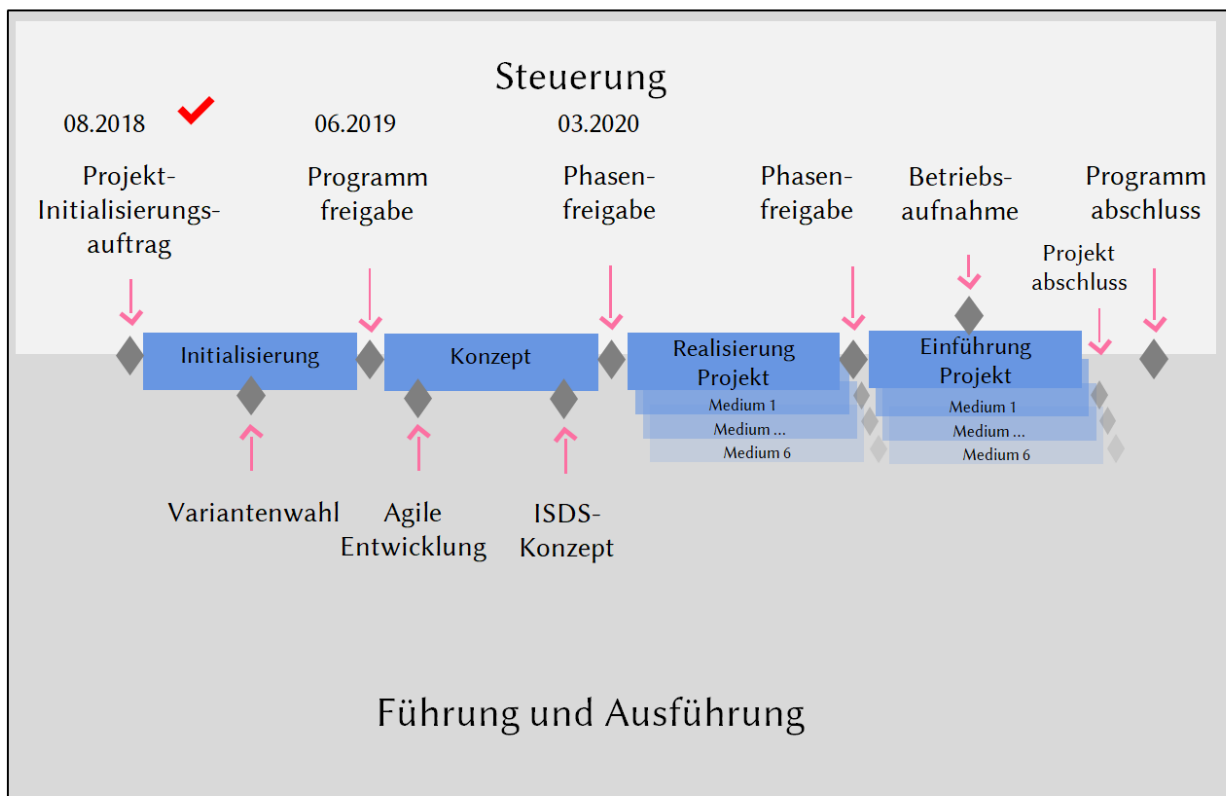


Abbildung 19: Szenario Programmablauf, Phasen und Meilensteine

9.2 Organisation

Tabelle 7: *Organisation Initialisierungsphase*

Rolle in der Projektorganisation	Funktion/Vertretene Organisationseinheit
Auftraggeber	Amtsleiter, AGG
Projektausschuss	Amtsleiter, AGG Projektleiter GIS, AGG
Projektleiter	Projektleiterin Initialisierungsphase

Tabelle 8: *Organisation Konzept- und Realisierungsphase*

Rolle in der Projektorganisation	Funktion/Vertretene Organisationseinheit
Auftraggeber	Amtsleiter, AGG
Projektausschuss (Steuergruppe)	Amtsleiter, AGG Regierungsrat Werkeigentümer Gemeinde Datenverwaltungsstelle
Projektleiter	Projektleiter Konzeptphase und Realisierungsphase
ISDS-Verantwortlicher	Amt für Informatik und Organisation
Fachspezialist Anwendervertreter	Werkeigentümer Korporation Werkeigentümer Gemeinde Überregionaler Versorger Nachführungsstelle Abteilung Geoinformation

9.3 Projektergebnisstrukturplan

Der Projektergebnisstrukturplan ist die hierarchisch gegliederte Darstellung des Projektinhalts.

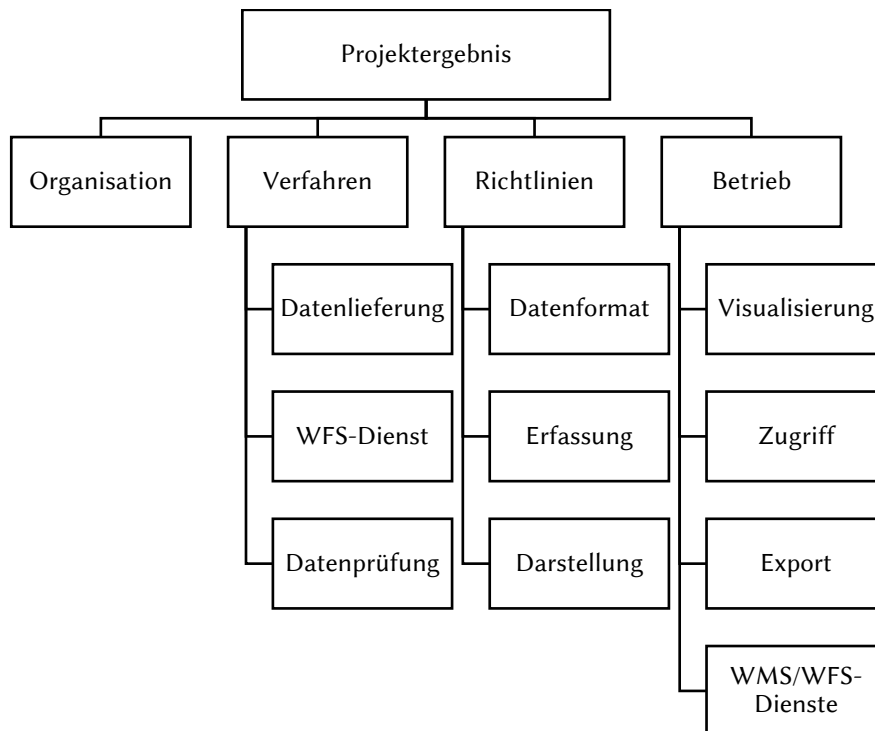


Abbildung 20: Projektergebnisstrukturplan

Tabelle 9: Beschreibung Projektstrukturplan

Organisation	Rolle
<i>Organisation</i>	Beinhaltet die Führung und Steuerung des Projektes, Erarbeitung von Aufträgen und Studien, Führung von Checklisten, Erstellen von Berichten etc.
<i>Verfahren</i>	Definieren der Verfahren, Erarbeiten von Vorlagen, Checklisten und Verträgen, Verfahren für Datenprüfung und Freigabe oder Rückweisung festlegen, allenfalls auch Datenbezug als WFS-Dienst anbieten
<i>Richtlinien</i>	Wahl der anzuwendenden Richtlinien oder Normen, Festlegung von Mehranforderungen, Erarbeitung von gemeinsamen Erfassungsrichtlinien, Definition des Darstellungsmodells

<i>Betrieb</i>	Umsetzung der Daten-Visualisierung im GIS Kanton Zug, Definition der Zugriffsberechtigten (Datensicht), Exportschnittstelle (Download) Angebot als WMS ¹³³ oder WFS-Dienst
----------------	---

9.4 Grober Terminplan

Tabelle 10: Terminplan

Nr.	Beschreibung	Termin	Verantwortung
1	Projektinitialisierungsauftrag	August 2018	Auftraggeber
2	Studie, Stakeholderliste, Projektmanagementplan, Schutzbedarfsanalyse, Rechtsgrundlageanalyse	Mai 2019	Projektleiterin Initialisierungsphase
3	Projektauftrag, Programmfreigabe	Juni 2019	Projektleiterin, Auftraggeber
4	Konzept	Dezember 2019	Projektleiter/in (Konzeptphase)
5	Budgetplanung	März 2020	Auftraggeber
6	Realisierung Leitungskatastermedium 1 von 6	ab 2021 Terminplanung erfolgt mit Konzeptausarbeitung	Projektleiter/in
7	Einführung Leitungskatastermedium 1 von 6		Projektleiter/in
8	Realisierung Leitungskatastermedium 2 von 6	ab 2021 Terminplanung erfolgt mit Konzeptausarbeitung	Projektleiter/in
9	Einführung Leitungskatastermedium 2 von 6		Projektleiter/in
10	Einführung und Realisierung der Leitungskatastermedien 3, 4, 5, 6		Projektleiter/in

¹³³ Web Map Service; Spezifikation OGC, Dienst zum Visualisieren von Kartenauszügen

9.5 Kosten-, Ressourcen- und Beschaffungsplan

Die Erstellung des Kosten-, Ressourcen- und Beschaffungsplanes erfolgt in Absprache mit dem AGG mit der Ausarbeitung des Konzeptes.

9.6 Kommunikationsplan und Reporting

Tabelle 11: Kommunikationsplan

Adressat in der Information	Verantwortlich für die Kommunikation	Inhalt	Ziel	Mittel/ Medium	Termin
Projektbeteiligte	Auftraggeber	Projektinitialisierungsauftrag	Alle Projektmitarbeitende kennen Vorgehen, Termine und Supportorganisation	E-Mail	Mai 2019
Fachgruppe	Auftraggeber	Entwurf Projektauftrag	Review Projektauftrag	Präsentation	Oktober 2019
Auftraggeber	Projektleiterin	Entwurf Projektauftrag	Review Projektauftrag	Präsentation	
Kantonale GIS-Konferenz	Auftraggeber	Status, nächste Schritte, Antrag	Zusammenarbeit Kanton und Gemeinden	Präsentation	

Tabelle 12: Reporting

Ergebnis	Periodizität	Verantwortlich	Empfänger	Termin
Status, Budget	einmalig	Projektleiter/in	Fachgruppe	
Projektstatusbericht	Quartalsweise ab Konzeptphase	Projektleiter/in	Auftraggeber	
Phasenbericht	Ende der Phase Konzept	Projektleiter/in	Auftraggeber	

10 Schlussbetrachtung und Ausblick

10.1 Betrachtung der Forschungsziele

- Analyse Ist-Zustand (bestehende Ausgangslage an vorhandenen Geodatenstruktur, heutige Organisation des Leitungskatasters), Pilotstudie Baar

Die Leitungsinfrastruktur im Kanton Zug ist geprägt durch sehr hohe Heterogenität. Heterogen in Bezug auf den Zweck und die Art der Leitungen, die aus Röhren und Kabelverbindungen bestehen und mittels Schächte, Schiebern, Verteilkabinen oder anderer Knotenpunkte miteinander verbunden sind. Heterogen geprägt aber auch was die Eigentümer der Leitungsnetze betrifft, die vom Bauernbetrieb, der zusätzlich eine Wasserversorgung betreibt bis hin zum Grosskonzern reichen. Diese Situation ist für die Schweiz nicht aussergewöhnlich und ist vermutlich bei allen Projekten den kantonalen Leitungskataster betreffend zu berücksichtigen. Die Anspruchsgruppen mit unterschiedlichen Sichtweisen auf den Leitungskataster sind eine grosse Herausforderung. Anders als in der AV, die vor über 100 Jahren auf Bundesebene gesetzlich verankert wurde, existierten für den Leitungskataster lange keine gesetzlichen Bestimmungen. Die Normen wurden über die Berufsverbände, insbesondere was die Geodatenerfassung und Darstellung betrifft, über den SIA ausgearbeitet und etabliert. Erst mit der Einführung des Geoinformationsgesetze im Jahre 2007 wurde die entsprechende Gesetzesbestimmung verankert. Nachfolgend haben die Kantone ihre Gesetze angepasst und sind nun mit deren Umsetzung beschäftigt. Die erfolgreiche Umsetzung erfordert auch ein gemeinsames Verständnis der Anforderungen und des erwarteten Endzieles. Für die Anspruchsgruppen des Leitungskataster ist das gemeinsame Verständnis für die Umsetzung die kommende Herausforderung. Die Anerkennung der Bedeutsamkeit des kantonalen Leitungskataster ist, abgesehen der gesetzlichen Bestimmungen, der erste Schritt für die nutzbringende Zusammenarbeit mit den Anspruchsgruppen und erfolgreiche Umsetzung des Projektes digitaler Leitungskataster Kanton Zug, denn ohne die Unterstützung aller Beteiligten, ist der vollständige Leitungskataster schwerlich realisierbar. Dieser Umstand ist in die Wahl von Geodatenmodell und Datentransfer eingeflossen. Das AGG hat dies längst erkannt und beschlossen, für die Umsetzung sich an Projekten anderen Kantonen zu orientieren und Insellösungen nur im Ausnahmefall zu bewilligen. Das AGG erhofft sich damit eine breite Akzeptanz bei allen Anspruchsgruppen.

– Gewählte Variante des Geodatenmodells prüfen und bewerten

Das AGG gibt die Variante mit dem Geodatenmodell SIA 405 LKMap vor. Dennoch wurde im Rahmen der Masterarbeit andere, bestehende Geodatenmodelle geprüft, ob deren Anwendung mit dem Modell SIA 405 LKMap vergleichbar oder vereinbar sein könnte. Wählbar sind Varianten, die einem nationalen oder internationalen Standard entsprechen, um sicherzustellen, dass auch Softwareanbieter von GIS-Software entsprechende Werkzeuge für die Bearbeitung zur Verfügung stellen und allfällige Kosten auf viele Lizenznehmer verteilt werden können. Die beiden Modelle CityGML Utility Networks ADE und INSPIRE Utility and Government Services wurden dazu genauer betrachtet und auf bestimmte Kriterien, die das LKMap Modell vorgibt, überprüft. Dabei wurde festgestellt, dass beide Modelle im Gegensatz zu LKMap keine Linien als Kreisbogen verwalten. Die Verbreitung der Kreisbogen-Datenerfassung in der Thematik der Werkleitungen müsste separat geprüft werden. Ein Overlap-Konzept, wie es INTERLIS vorsieht, kann in beiden Modellen nicht berücksichtigt werden. Dieser Umstand wird aber im Zusammenhang mit dem Leitungskataster und den zugehörigen Flächenobjekten als unbedeutend betrachtet. Eine Überschneidung von Kreisbogen und Linien entsprechen bei Bauten und Anlagen nicht der Realität und müssten in den Daten korrigiert werden, somit keine Überschneidung stattfindet. Dies im Unterschied zur amtlichen Vermessung, wo bei Grenzverläufen aufgrund rechtlicher Verbindlichkeiten (Flächenangaben) keine Freizügigkeit besteht und eine Overlap-Toleranz nützlich ist. Zudem fehlt in INSPIRE Utility and Government Services die Verwaltung der Bauten und Anlagen als Flächenobjekte. Flächenobjekte könnten in einem separaten Modell, aus der gleichen INSPIRE-Richtlinie, verwaltet werden. Dies führt dazu, dass als Vergleichbares das Modell von CityGML Utility Networks vorgezogen wird, auch wenn der Standardisierungsprozess von CityGML Utility Networks noch nicht abgeschlossen ist. Die Vergleichbarkeit bezieht sich auf die Feststellung, dass die Daten von LKMap unter bestimmten Voraussetzungen auch in CityGML Utility Networks abbilden liessen. Die Voraussetzungen wären, dass keine Kreisbogen vorhanden sind und sinnvollerweise auch die Daten im dreidimensionalen LKMap-Modell vorliegen, somit der wesentliche Vorteil von CityGML genutzt werden kann.

CityGML Utility Networks ADE zeigt den Weg auf, den der Leitungskataster künftig gehen müsste. Hin zur Vernetzung mit den Objekten eines 3D Stadtmodells mit Simulationen für den Betrieb und Unterhalt wie auch für Risikoanalysen. Voraussetzung ist die vollständige Datenerhebung in der dritten Dimension. Entsprechende Anforderungen aus der Praxis (BIM) werden dies in Zukunft noch verstärken. Das LKMap Modell 3D wird vermutlich an Bedeutung gewinnen und ein wichtiger Schritt für die Nutzung des Untergrunds darstellen. Der Vergleich von

LKMap und CityGML Utility Networks ADE ist vielleicht etwas gewagt, denn LKMap wurde konzipiert für den Datenaustausch und für die Erstellung des Leitungskatasterplanes. Dagegen wurde CityGML entwickelt, um 3D-Modelle zu verwalten und auszutauschen. CityGML Utility Networks ADE geht weit über den Leitungskatasterplan hinaus, kann diesen aber, mit den erwähnten Einschränkungen, abbilden. Das geht auch mit 2D-Daten, wobei erst die 3D-Daten einen wesentlichen Fortschritt und Vorteil bringen.

– Organisatorische Varianten der Datenlieferung aufzeigen und bewerten

Das Pilotprojekt der Gemeinde Baar zeigt den aktuell realisierbaren Weg auf. Die Daten werden im Dateitransferverfahren hauptsächlich als INTERLIS/XTF übermittelt. Die Vorteile liegen darin, dass die entsprechenden Prozesse und Prüfmechanismen durch Softwareanbieter verfügbar sind und die Fachpersonen über notwendigen Kenntnissen verfügen. Die Möglichkeit das Format INTERLIS/GML anzuwenden bringt momentan keine wesentlichen Vorteile. Eher noch, muss kritisch hinterfragt werden, ob damit das LKMap Modell vollständig übertragen werden kann beziehungsweise, wie entsprechende Softwareschnittstellen umgesetzt wurden, sofern diese überhaupt verfügbar sind. Die Variante über das Direktzugriffsverfahren WFS die Daten zu beziehen bietet zum heutigen Zeitpunkt und zu den aktuellen Anforderungen des AGG keine wesentlichen Vorteile. Gefordert ist eine mindestens quartalsweise und vollständige Datenlieferung je Gemeinde. Künftig könnte dies sich ändern, sofern die Softwareanbieter ebenfalls entsprechende Schnittstellen zur Verfügung stellen und die Anforderungen der Anspruchsgruppen an die Aktualität sich ändern. So könnten die Möglichkeiten des direkten Datenzugriffes und der räumlichen oder inhaltlichen Selektion für künftige Anwendungen nützlich sein. Bis auf Weiteres ist jedoch aus Haftungsgründen die Datenauskunft über den Werkeigentümer beziehungsweise deren Nachführungsstelle unerlässlich, um Grabarbeiten auszuführen.

– Ermittlung der Projekt- und Betriebsrisiken

Die Projekt- und Betriebsrisiken liegen darin, dass die Anspruchsgruppen unter Umständen wenig oder kein Verständnis für das Projekt aufbringen und die notwendige Zusammenarbeit durch unkooperatives Verhalten behindert wird. Dies könnte zu fehlenden Daten- oder zu qualitativ mangelhaften Datenlieferungen führen. Für den Vollzug des kantonalen Geoinformationsgesetzes sind der Einbezug aller Anspruchsgruppen, das Fördern des gemeinsamen Verständnisses und die

Erarbeitung von einheitlichen Qualitätsvorgaben beziehungsweise von Erfassungsrichtlinien von grosser Wichtigkeit. Die juristische Durchsetzung der rechtlichen Vorgaben ist dabei eine Variante, die nur als letztes Mittel in Betracht gezogen werden soll.

Den Gemeinden kommt bei der Umsetzung eine wesentliche Bedeutung zu. Sie sind verantwortlich für Geodatenlieferungen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für deren Mitarbeiter Fragestellungen betreffend Geoinformationssysteme in der Regel nicht alltäglich sind. Die in den Gemeinden verantwortlichen GIS-Ansprechpersonen, meist aus den Bauämtern, führen diese Funktion nur in einem kleinen zeitlichen Rahmen aus. Entsprechende Hilfestellungen mit vorbereiteten Verträgen für externe Datenverwaltungsstellen oder kontinuierlichen Informationsaustausch reduzieren Risiken.

– Erstellung des Projektplanes

Die Heterogenität der Geodaten wie auch der Anspruchsgruppen ist die Herausforderung des digitalen Leitungskataster Kanton Zug. Bis zur vollständigen Umsetzung muss mit mehreren Jahren gerechnet werden. Es erscheint daher sinnvoll, im Zusammenhang der Projektplanung den Begriff «Programm» anstelle von «Projekt» zu verwenden. Das Programm digitaler Leitungskataster Kanton Zug unterteilt den Aufbau in mehrere Projekte, die zeitlich und inhaltlich voneinander abgegrenzt sind. Um die Heterogenität zu reduzieren ist es sinnvoll, die Leitungskatastermedien einzeln je als eigenes Projekt in den digitalen Leitungskataster zur überführen. Von Vorteil ist der Beginn mit einem Leitungsmedium, das bereits jetzt mehrheitlich einheitlich verwaltet wird und nur wenige Werkeigentümer betreffen. Also bereits jetzt eine möglichst grosse Homogenität aufweist. Als praktisches Beispiel ist dazu das Medium Abwasser geeignet. Durch gesetzliche Vorgaben und Kontrollen betreffend den Gewässerschutz existiert im Kanton Zug ein überregionaler Gewässerschutzverband (GVRZ), der bereits heute ein Datenbewirtschaftungskonzept¹³⁴ mit Vorgaben zur Datenerfassung und Datensammelstellen umfasst. Aufbauend auf diesen Erfahrungen sollten nachfolgend die anderen Medien ins GIS Kanton Zug überführt werden.

¹³⁴ Siehe dazu: Fussnote 116

- Analyse der bestehenden kantonalen Rechtsgrundlagen auf Ergänzungen oder Anpassungen

Das AGG hat bereits Schritte unternommen, um die Bestimmungen zum Leitungskataster aus der bestehenden Geoinformationsverordnung zu lösen und in einer separaten Leitungskatasterverordnung zu regeln. Diese separierte Organisation ist grundsätzlich sinnvoll. Bis zum vollständigen digitalen Leitungskataster Kanton Zug ist noch ein weiter Weg zu beschreiten. Zum heutigen Zeitpunkt lassen sich keine konkreten Gesetzeslücken erkennen. Sollte dennoch Anpassung der Verordnung notwendig sein, so sind bei einer gesonderten Leitungskatasterverordnung nur jene Anspruchsgruppen einzubeziehen, die auch tatsächlich von der entsprechenden Verordnung betroffen sind.

Des Weiteren ist es notwendig, vor der Veröffentlichung, verbindliche Nutzungsbestimmungen zu publizieren und ein Zugriffsberechtigungskonzept zu definieren. Das AGG muss insbesondere darauf hinweisen, auf welche Nutzung der digitale Leitungskataster beschränkt ist. Ein dokumentiertes Zugriffsberechtigungskonzept schafft Klarheit und dient der Verwaltung wie auch den Werkeigentümern. Um den Nutzungsbestimmung wie auch Zugriffskonzept das notwendige Gewicht zu geben, sind diese von Vorteil im Rahmen des Konzeptes im Projektausschusses zu definieren.

Wo nötig und sinnvoll sind technische Vorschriften zur Datenerfassung und Austausch zu erlassen, wo die bestehenden SIA Normen Lücken aufweisen. Grundsätzlich empfiehlt es sich jedoch nicht, von den SIA Normen abzuweichen.

10.2 Empfehlung und Konsequenzen

Aufgrund im Kapitel 6 Projekt-Risiken aufgeführter Überlegungen sind folgende Massnahmen zu erwägen:

- Verträge mit Datenverwaltungsstelle abschliessen¹³⁵

Die Gemeinden schliessen Verträge mit Datenverwaltungsstellen ab (beispielsweise entsprechend Vorlagen Kanton Basel-Landschaft). Die Datenverwaltungsstelle der Gemeinde fordern die Geodaten bei den Nachführungsstellen ein. Womit die Gemeinde in organisatorischer Hinsicht entlastet wird. Die Datenverwaltungsstelle berät sämtliche Beteiligten zu Themen der Datenbewirtschaftung. Dieses Vorgehen

¹³⁵ Siehe dazu: Kapitel 6 Projekt-Risiken, Massnahme zu Risiko Nr. 1, 3, 4

hat sich auch mit dem Datenbewirtschaftungskonzept des regionalen Gewässerschutzverbundes GVRZ bewährt¹³⁶.

- Auch unvollständige Datenbestände im GIS Kanton Zug publizieren¹³⁷

Ein Grossteil der Daten ist offensichtlich im erforderlichen Geodatenmodell LKMap lieferbar. Bereits diese Informationen können für Zugriffsberechtigte nutzbringend sein. Auf bekannte fehlende Datenbestände ist bei der Publikation hinzuweisen. Gleichzeitig sind Erfassungsrichtlinien zu definieren, um die einheitliche Datenerfassung stetig zu verbessern und zu gewährleisten.

- Mehranforderungen zurückhaltend einsetzen¹³⁸

Die Norm SIA 405 ist in der Schweiz etabliert. GIS-Softwarehersteller mit Schweizer Kunden sind gehalten diese Norm umzusetzen. Kantonale Mehranforderungen sind zurückhaltend einzusetzen, um Mehraufwand und Softwareanpassungen zu vermeiden und den Austausch mit anderen Kantonen oder dem Bund nicht zu behindern.

- Übergangsregelung für gemeindeübergreifende Nachführungsstellen prüfen¹³⁹

Der Leitungskataster Kanton Zug ist insbesondere auf die Unterstützung der grossen Werke, das heisst auf die Daten gemeindeübergreifender Leitungssysteme angewiesen. Um den Mehraufwand deren Nachführungsstellen in einer ersten Phase zu reduzieren und die Akzeptanz zu steigern, kann auch die gemeindeübergreifende Datenlieferung sinnvoll sein. Es ist zu prüfen, ob gemeindeübergreifende Netze direkt mittels Prüfservice ins GIS Kanton Zug geladen werden sollen.

- Informationszugang verbindlich regeln¹⁴⁰

Bei verschiedenen Werkeigentümern besteht Unsicherheit betreffend Zugang und Veröffentlichung der Leitungskatasterdaten¹⁴¹. Offene Fragen zu den Sicherheitsanforderungen und Informationszugang sind unter Einbezug von Fachpersonen im Projektausschuss zu klären und in einem Detailkonzept oder in einer separaten kantonalen Leitungskatasterverordnung festzuhalten.

¹³⁶ Siehe dazu: Fussnote 116

¹³⁷ Siehe dazu: Kapitel 6 Projekt-Risiken, Massnahme zu Risiko Nr. 2, 6, 7

¹³⁸ Siehe dazu: Kapitel 6 Projekt-Risiken, Massnahme zu Risiko Nr. 5

¹³⁹ Siehe dazu: Kapitel 6 Projekt-Risiken, Massnahme zu Risiko Nr. 5

¹⁴⁰ Siehe dazu: Kapitel 7.2.3 Zugriffsberechtigung

¹⁴¹ Siehe dazu: Kapitel 4.6.2 Administrative Besonderheiten

Konsequenzen, wenn das Projekt nicht oder zu einem späteren Zeitpunkt frei gegeben wird:

- Das Potential bezüglich Effizienzsteigerung bei Planung- und Bauabläufen wird nicht ausgeschöpft.
- Werkübergreifende Leitungskatasterdaten weisen eine uneinheitliche Erfassung und Qualität aus und können nicht zusammen genutzt werden.
- Die Gemeinden setzen eigenständig den digitalen Leitungskataster um. Uneinheitliche Datenbestände über die Gemeindegrenzen erschweren den kantonsweiten Austausch. Eigenständige Anwendungslösungen benötigen personelle und finanzielle Ressourcen in den kommunalen Verwaltungen.
- Der gesetzliche Auftrag wird nicht umgesetzt. Die Glaubwürdigkeit der kantonalen Regierung und der Verwaltung leidet.

10.3 Ausblick

Aufgrund verschiedener politischer Vorstösse auf nationaler Ebene hat der Bund eine Machbarkeitsstudie zum Thema «Leitungskataster Schweiz» in Auftrag gegeben¹⁴². Die Studie wurde 2017 fertiggestellt und der Öffentlichkeit präsentiert. Fragestellungen zu Erfahrungen und Dokumentation von Werk- und Leitungskataster wie auch Fragen zur künftigen Aufgabe des Bundes werden darin behandelt. Als grundsätzliches Fazit hält die Studie fest, dass ein Leitungskataster Schweiz machbar ist und einem tatsächlichen Bedarf entspricht. Folge dessen wurde eine paritätische Arbeitsgruppe gebildet, welche die Umsetzung eines nationalen Leitungskatasters weiterbearbeitet hat. Die Arbeitsgruppe hat ihren Bericht im Mai 2019 publiziert und den erarbeiteten Grundsatzentscheid wie folgt formuliert: «Der Status Quo ist keine Option und es braucht einen Leitungskataster Schweiz (LKCH)»¹⁴³. Der Bericht wird den betroffenen Stellen bei Bund, Kanton, Gemeinden, Werkbetreibern und Verbänden im Jahr 2019 zur Diskussion zugestellt. Der Entscheid des Bundesrates ist ab dem kommenden Jahr zu erwarten. Je nach Anordnung sind die entsprechenden gesetzlichen Grundlagen oder ein Entwurf einer Änderung des Bundesgesetzes über Geoinformation auszuarbeiten.

¹⁴² Laube 2017 / rev. 2017.

¹⁴³ < <https://www.admin.ch/ch/d/gg/pc/pendent.html#VBS> > Bericht über Vision, Strategie und Konzept zum Leitungskataster Schweiz (Bericht Leitungskataster Schweiz)
letzter Zugriff 21.08.2019

Nicht nur die Thematik Leitungskataster wird weiterhin zur Diskussion stehen. Generell wird die einheitliche Dokumentation der Bauten im Untergrund künftig an Bedeutung gewinnen. So hat beispielsweise der Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt dem Grossen Rat eine entsprechende Ergänzung des Bau- und Planungsgesetzes unterbreitet. Die Bauherrschaften sollen dazu verpflichtet werden, neue unterirdische Anlagen, zum Beispiel Anker, Pfähle, Erdwärmesonden, Spundwände oder Sicherungsmassnahmen zu dokumentieren und den zuständigen Behörden im Rahmen der Baugesuche bekannt zu geben. Der Regierungsrat Basel-Stadt hat festgestellt, dass die Datenlage unterirdischer Installationen und Anlagen, insbesondere unter Privatparzellen lückenhaft ist. Die Dokumentationspflicht soll im Bau- und Planungsgesetz verankert werden. Die entsprechende Medienmitteilung¹⁴⁴ erfolgte im Juni dieses Jahres. Die Vorlage geht nun zur Beratung an den Grossen Rat.

Die Verwendung von Geodaten ist nicht nur von technischen Kriterien und Anforderungen abhängig, sondern ist zunehmend auch gesellschaftlichen Ansprüchen unterworfen. Gerade eben, da Geodaten wertvolle Ressourcen sind. Die Berücksichtigung von Richtlinien, Gesetzen und politischen Bestimmungen sind bei der Planung und Umsetzung von Geoinformations-Projekten bereits heute, und in der Zukunft umso mehr, sehr bedeutsam.

¹⁴⁴ <<https://www.bvd.bs.ch/nm/2019-infrastruktur-im-untergrund-einfuehrung-einer-dokumentationspflicht-rr.html>>
letzter Zugriff: 21.08.2019

Literaturverzeichnis

- ACIL Tasman Pty Ltd (2008): The Value of Spatial Information. The impact of modern spatial information technologies on the Australian economy. Melbourne. Online verfügbar unter <https://www.crcsi.com.au/assets/Resources/7d60411d-0ab9-45be-8d48-ef8dab5abd4a.pdf>, zuletzt geprüft am 21.08.2019.
- Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (10.12.1907, Stand 01.01.2018): Schweizerisches Zivilgesetzbuch. ZGB; SR 210.
- Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (30.03.1911, Stand 01.04.2017): Bundesgesetz betreffend die Ergänzung des Schweizerischen Zivilgesetzbuches (Fünfter Teil: Obligationenrecht). OR; SR 220.
- Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (05.10.2007, Stand 01.10.2009): Bundesgesetz über Geoinformation. Geoinformationsgesetz, GeolG; SR 510.62.
- Fornefeld, Marin; Oefinger, Peter; Jaenicke, Kathrin (2004): Nutzen von Geodateninfrastrukturen. Hg. v. MICUS Management Consulting GmbH. Düsseldorf. Online verfügbar unter <https://micus-duesseldorf.de/de/publikationen/marktstudien/23-publikationen/marktstudien/85-gdi-studie-wertschoepfungspotentiale-von-geodateninfrastrukturen>, zuletzt geprüft am 04.04.2019.
- Frick, Roman; Strahm, Mirjam; Notter, Benedikt (2016): Geoinformationsmarkt Schweiz. Marktanalyse und Wirtschaftsmonitoring. Schlussbericht. Unter Mitarbeit von Alain Buogo, Peter Jordan und Martin Probst. Hg. v. INFRAS, Sennenweg 2, 3012 Bern. Bundesamt für Landestopografie, Schweizerische Organisation für Geoinformation. Bern. Online verfügbar unter https://www.sogi.ch/download/pictures/33/remvy2uuga3j36q6mdwanrgpt5wkyl/7327a_geoinformationsmarkt_schweiz_schlussbericht.pdf, zuletzt geprüft am 21.08.2019.
- Hauser, Mirjam; Tenger, Daniela: Aufbruch im Untergrund. Szenarien erfolgreicher Zusammenarbeit im Tiefbau. Unter Mitarbeit von David Bosshard, Karin Frick, Martina Kühne, Frerk Froböse und Alain Egli. Gottlieb Duttweiler Institute. Rüschlikon, Zürich. Online verfügbar unter <https://www.gdi.ch/de/publikationen/studien/aufbruch-im-untergrund>, zuletzt geprüft am 21.08.2019.

- D2.8.III.6_v3.0, 10.12.2013: INSPIRE Data Specification on Utility and Government Services. Online verfügbar unter <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/us>, zuletzt geprüft am 21.08.2019.
- INSPIRE Download Services, 16.12.2016: Technical Guidance for implementing download services using the OGC Sensor Observation Service and ISO 19143 Filter Encoding. Online verfügbar unter <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/download-sos>, zuletzt geprüft am 21.08.2019
- Kantonsrat Kanton Zug (28.09.2000, Stand 03.05.2014): Datenschutzgesetz. BGS 157.1.
- Kantonsrat Kanton Zug (29.03.2012, Stand 29.06.2019): Gesetz über Geoinformation im Kanton Zug. GeolG-ZG; BGS 215.71.
- KOGIS, swisstopo (2006): INTERLIS 2. Referenzhandbuch. Wabern. Online verfügbar unter <https://www.interlis.ch/dokumentation/interlis-2>, zuletzt geprüft am 21.08.2019.
- Kompetenzzentrum INTERLIS/AVS, Eidgenössische Vermessungsdirektion (1999): INTERLIS. Ein Datenaustausch-Mechanismus für Land-Informationssysteme. Online verfügbar unter https://www.interlis.ch/download/interlis1/ili1_ref_d.pdf, zuletzt geprüft am 21.08.2019.
- Laube, Daniel (2017 / rev. 2017): Leitungskataster Schweiz. Machbarkeitsstudie. Hg. v. swisstopo / Geodäsie und Eidgenössische Vermessungsdirektion. Online verfügbar unter <https://www.cadastre.ch/de/services/publication.detail.document.html/cadastre-internet/de/documents/av-reports/LKCH-Studie-Schlussbericht-de.pdf.html>, zuletzt geprüft am 11.04.2019.
- Leitungsgruppe des NFP 54 (2011): Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung. Von der Verwaltung zur aktiven Entwicklung, Programmsynthese des Nationalen Forschungsprogramms 54, Bern.
- Markwalder, Karin; Bürki Gyger, Elisabeth; Nicodet, Marc (2012): cadastre. Fachzeitschrift für das schweizerische Katasterwesen (8). Online verfügbar unter <https://www.cadastre.ch/de/services/revue.detail.publication.html/cadastre-internet/de/publications/revue/cadastre-08-2012-de.pdf.html>, zuletzt geprüft am 21.08.2019.

- Mourgue d'Algue, Hélène; Eicher, Guido; Kruschitz, Bernhard (2014): HERMES 5.1. Projektmanagementmethode für alle Projekte. Online verfügbar unter <https://www.isb.admin.ch/isb/de/home/themen/projektmanagement/hermes/handbuecher.html>, zuletzt geprüft am 21.08.2019.
- OGC 12-019, 04.04.2012: OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard. Online verfügbar unter <http://www.opengis.net/spec/citygml/2.0>, zuletzt geprüft am 21.08.2019.
- OGC 09-025r2, 15.01.2014: OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard – With Corrigendum. Online verfügbar unter <https://www.opengeospatial.org/standards/wfs>, zuletzt geprüft am 21.08.2019.
- OGC 06-103r4, 28.05.2011: OpenGIS® Implementation Standard for Geographic information - Simple feature access -. Online verfügbar unter <https://www.opengeospatial.org/standards/sfa>, zuletzt geprüft am 21.08.2019.
- Peter, Martin; Kasser, Florian; Lückge, Helen; Berner, Stephanie; Iten, Rolf: Wiederbeschaffungswert der Umweltinfrastruktur. Umfassender Überblick für die Schweiz. Unter Mitarbeit von Rolf Gurtner, Thomas Stadler, Hans Bögli, Benjamin Meylan, Antonio Righetti, Arthur Sandri et al. Schweizerische Eidgenossenschaft, Bundesamt für Umwelt BAFU. Online verfügbar unter <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaftskonsum/publikationen-studien/publikationen/wiederbeschaffungswert-umweltinfrastruktur.html>, zuletzt geprüft am 21.08.2019.
- Regierungsrat Kanton Zug (18.12.2012, Stand 01.01.2019): Verordnung über Geoinformation im Kanton Zug. GeoIV-ZG; BGS 215.711.
- Schalcher, Hans-Rudolf; Boesch, Hans-Jakob; Bertschy, Kathrin; Sommer, Heini; Matter, Dominik; Gerum, Johanna (2011): Was kostet das Bauwerk Schweiz in Zukunft und wer bezahlt dafür? Fokusstudie des Nationalen Forschungsprogramms 54 "Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung". Nationales Forschungsprogramm 54 - Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung, Bern.
- Schweizerischer Bundesrat (21.05.2008, Stand 01.01.2018): Verordnung über Geoinformation. Geoinformationsverordnung, GeoIV; SR 510.620.

Schweizerische Norm SN532405:2012, 01.05.2012: Geodaten zu Ver- und Entsorgungsleitungen.

Selhofer, Karin; Bürki Gyger, Elisabeth; Miserez, Jean-Paul (2011): cadastre. Fachzeitschrift für das schweizerische Katasterwesen (6). Online verfügbar unter <https://www.cadastre.ch/de/services/revue.detail.publication.html/cadastre-internet/de/publications/revue/cadastre-06-2011-de.pdf.html>, zuletzt geprüft am 21.08.2019.

SIA 405 Merkblatt 2016, 01.05.2012: Datenmodelle zu Ver- und Entsorgungsleitungen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Phasen und Anforderungen, Handbuch HERMES 5.1	4
Abbildung 2:	Diagramm Phase Initialisierung, Handbuch HERMES 5.1.....	5
Abbildung 3:	Kartenübersicht, Schweiz und Kanton Zug	6
Abbildung 4:	Schema digitaler Leitungskataster im GIS Kanton Zug.....	8
Abbildung 5:	Schema Leitungskataster als Teilmenge Werkinformation	11
Abbildung 6:	Auszug aus Strategie GIS Kanton Zug, Kapitel 3.3 Gegenstand	19
Abbildung 7:	Werkeigentum Abwasser, grafisches Beispiel Nationalstrasse	27
Abbildung 8:	Stapelverarbeitungsauftrag ili2pg, Kommandozeile	29
Abbildung 9:	Auszug Importlog-Datei bei fehlerhaften Daten.....	29
Abbildung 10:	Auszug Importlog-Datei bei erfolgreichem Import.....	29
Abbildung 11:	Linien mit Kreisbogen in Gas, Wasser	30
Abbildung 12:	Topologische Auffälligkeiten, Gas	31
Abbildung 13:	Topologische Auffälligkeiten Elektrizität.....	31
Abbildung 14:	INTERLIS, Overlap-Konzept	35
Abbildung 15:	Umsetzungsvarianten aus Handlungsanweisung KKGEO-und GKG/KOGIS-Projekt «Modellkonformer Austausch von Geodaten (MDX)»	45
Abbildung 16:	Prozesskette Variante Dateitransferverfahren	48
Abbildung 17:	zugmap.ch; Reservoir Rääbmatt Baar.....	59
Abbildung 18:	map.geo.admin.ch; Reservoir Rääbmatt Baar	59
Abbildung 19:	Szenario Programmablauf, Phasen und Meilensteine	61
Abbildung 20:	Projektergebnisstrukturplan	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Systemziele, strukturiert nach HERMES.....	18
Tabelle 2:	Merkmale Leitungskataster Baar	26
Tabelle 3:	Zusammenfassung Analyse Geodatenmodell.....	38
Tabelle 4:	Zusammenfassung Analyse Geodatentransfer.....	46
Tabelle 5:	Weisung Kanton Bern, Genauigkeitsdefinition	56
Tabelle 6:	Fragestellung Schutzbedarf nach HERMES.....	60
Tabelle 7:	Organisation Initialisierungsphase.....	62
Tabelle 8:	Organisation Konzept- und Realisierungsphase.....	62
Tabelle 9:	Beschreibung Projektstrukturplan.....	63
Tabelle 10:	Terminplan.....	64
Tabelle 11:	Kommunikationsplan	65
Tabelle 12:	Reporting.....	65

Abkürzungsverzeichnis / Glossar

AGG	Amt für Grundbuch und Geoinformation Kanton Zug
ACIL Tasman	Beratungsunternehmen für Wirtschaft und Politik in Australien
ArcGIS	Softwareprodukt der Firma ESRI
Autodesk	US-amerikanisches Softwarehersteller von Grafikprogrammen
AV	Amtliche Vermessung
BGS	Bereinigte Gesetzessammlung des Kantons
BIM	Building Information Modeling; Methode der vernetzten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden
CAD	computer-aided design; computerunterstütztes konstruieren, zeichnen und darstellen
CIM	Common Information Model; optimiert für den Datenaustausch von Stromversorgungssystemen nach IEC
CityGML	City Geography Markup Language; GML-Anwendungsschema zur Speicherung und zum Austausch von 3D-Stadtmodellen
CityGML Utility Network ADE	thematische Erweiterung des CityGML-Standards für die Modellierung und 3D-Repräsentation von Ver- und Entsorgungsnetzwerken
DXF	Drawing Interchange File Format; von Autodesk spezifizierter Industriestandard
eCH	Verein zur Förderung, Entwicklung und Verabschiedung von E-Government-Standards in der Schweiz.
E-Government Schweiz	Organisation von Bund, Kantonen und Gemeinden für die Ausbreitung elektronischer Behördenleistungen; steuert, plant und koordiniert die gemeinsamen E-Government-Aktivitäten
EKZ	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich
ESRI	US-amerikanischer Softwarehersteller von Geoinformationssystemen

Feature	Geoobjekt
FME	Feature Manipulation Engine; Softwarewerkzeug für den Austausch, die Umwandlung und die Kontrolle von Geodaten
Geobasisdaten	Geodaten, die auf einem rechtsetzenden Erlass beruhen
GeoIG	Geoinformationsgesetz, schweizerische Bundesversammlung
GeoIG-ZG	Geoinformationsgesetz, Kantonsrat Kanton Zug
GeoIV	Geoinformationsverordnung, schweizerischer Bundesrat
GeoIV-ZG	Geoinformationsverordnung, Regierungsrat Kanton Zug
GIF	Graphics Interchange Format; Rastergrafikformat
GIS Kanton Zug	Geodateninfrastruktur des Kantons Zug, alte Sprachregelung GIS Zug
GIS-Konferenz	gesetzlich verankertes Organ für die strategische Entwicklung der Geoinformation im Kanton Zug
GML	Geography Markup Language; Auszeichnungssprache zum Austausch raumbezogener Objekte, internationaler Standard gemeinsam von OGC und ISO festgelegt auf der Basis von XML
GVRZ	Gewässerschutzverband der Region Zugersee-Küssnachersee-Ägerisee
HERMES	Projektmanagementmethode für Projekte im Bereich der Informatik
IEC	International Electrotechnical Commission; Organisation für die Entwicklung internationaler Standards für elektrische, elektronische und verwandten Technologien
IETF	Internet Engineering Task Force
IFC	Industry Foundation Classes; ISO referenziertes Austauschformat, optimiert für BIM
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in the European Community; beinhaltet Richtlinien der EU zum Aufbau einer europäischen Geodateninfrastruktur
INSPIRE Utility and Government Services	INSPIRE Richtlinie für Versorgungswirtschaft und staatliche Dienste
INTERLIS	Datenbeschreibungssprache und ein Transferformat, im Besonderen für Geodaten entwickelt

ISDS	Informationssicherheit und Datenschutz
ISO	International Organization for Standardization; internationale Standardisierungsorganisation
IT-SIBE	Sicherheitsbeauftragte Person im Bereich der Informationstechnologie
LKMap	Geodatenmodell aus der Norm SIA 405, optimiert für die Darstellung der durch Leitungen belegten Raum
OGC	Open Geospatial Consortium; internationale Organisation bestehend aus Staaten, Industrie und Universitäten zur Entwicklung allgemeingültiger Standards für die Verarbeitung von Geodaten
PipelineML	Datenaustauschstandard für den Informationsaustausch zwischen Systemen und Softwareanwendungen, optimiert für Öl- und Gas-Netzwerke
PNG	Portable Network Graphics; Rastergrafikformat
PostgresSQL	freies, objektrelationales Datenbankmanagementsystem, auch Postgres genannt
QGIS	freies Open-Source-Geographisches-Informationssystem
RFC	Requests For Comments; sind eine Sammlung durchnummerierter Dokumente, die von der IETF herausgegeben werden. Die Dokumente behandeln Protokolle, Methoden, Programme und Konzepte, die für die Zusammenarbeit unterschiedlicher Systeme im Internet notwendig sind.
SEDRIS	Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification; in ISO spezifizierte Informationstechnologie zur Darstellung und Austausch von Umweltdaten
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SIA 405	Normreihe des SIA; regelt Austausch und die Publikation von Werkinformations- und Leitungskatasterdaten
SN	Schweizerische Norm des SNV
SNV	Schweizerische Normen Vereinigung
SOGI	Schweizerische Organisation für Geoinformation

SR	Systematische Sammlung des Bundesrechts
swisstopo	Bundesamt für Landestopografie
WCS	Web Coverage Service, OGC Standard
WFS	Web Feature Service, OGC Standard
WMS	Web Map Service, OGC Standard
WPS	Web Processing Service, OGC Standard
WWZ	Wasser Werke Zug, Aktiengesellschaft
XML	Extensible Markup Language; Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten im Format einer Textdatei, entwickelt von World Wide Web Consortium
ZugMap.ch	Öffentlicher Geodatenviewer des Kantons Zug
ZugMap.secure	passwortgeschützter Geodatenviewer zur Darstellung von Geodaten der kommunalen und kantonalen Verwaltungen des Kantons Zug