

UNIGIS

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

„Aktualität von Geodaten“

Erarbeitung eines Konzepts zur Nachführung von
attributiven Informationen von Werkleitungsobjekten

vorgelegt von

BSc Deborah Marcandella

103496, UNIGIS MSc Jahrgang 2014

Zur Erlangung des Grades

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

Wettingen, 31.08.2018

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, diese Master Thesis ohne fremde Hilfe und ohne Verwendung anderer als der angeführten Quellen angefertigt zu haben, und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat. Alle Ausführungen der Arbeit die wörtlich oder sinngemäss übernommen wurden sind entsprechend gekennzeichnet.

Wettingen, 31.08.2018

Deborah Marcandella

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Deborah Marcandella', enclosed within a simple oval-shaped scribble.

Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich bei all jenen, die mit ihrer fachlichen und persönlichen Unterstützung dazu beigetragen haben, dass diese Arbeit entstehen konnte.

Ein grosser Dank gilt allen Dozenten des UNIGIS Lehrgangs für die hervorragende Betreuung während des gesamten Studiums.

Bei der Regionalwerke AG Baden bedanke ich mich ganz herzlich für die zur Verfügung gestellten zeitlichen Ressourcen, insbesondere bedanke ich mich dafür bei meinem Vorgesetzten Burkhard Kilcher. Grosser Dank gebührt all meinen Interviewpartnern: Manuela Wernli, Julia Erni, Andreas Schneider, Werner Pulfer, Peter Wetzler, Adrian Schmid, Marcel Kühni.

Bei der SWL Energie AG bedanke ich mich bei meinen beiden Interviewpartnern Dominik Herzog und Daniel Schiess.

Bei der TBS Energie AG gehört mein Dank Roger Müller, Roman Müller, Valerij Schwindt und Jürg Kern, welche mir durch das Interview ihr Werk nähergebracht haben.

Bei der Elektrizitätswerk Zermatt AG bedanke ich mich bei Maik Frank für die vielen Informationen zum Elektrizitätsnetz.

Bei der Elektrizitäts- und Wasserwerk Wettingen AG danke ich meinen Interviewpartnern Albert Ranasinghe, Beat Ermke und Giacomo Attinasi.

Für die Umsetzung eines Docker-Containers, welcher es ermöglicht den Prototyp anderen Personen zum Testen zur Verfügung zu stellen, danke ich Dominik Schöni.

Ein ganz besonderer Dank gehört Lukas Merz, welche die Arbeit immer wieder kritisch durchgelesen und mit Kaffee und Snacks ein angenehmes Arbeitsklima geschaffen hat.

Deborah Marcandella, Wettingen, im August 2018

Hinweis zur gendergerechten Formulierung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten im Sinne der Gleichberechtigung für beide Geschlechter.

Kurzfassung

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Konzepts zur effizienten Nachführung von attributiven Informationen von Geodaten im Bereich der Ver- und Entsorgungsleitungen. Verschiedene gesetzliche Bestimmungen sowie Normen, Richtlinien und Empfehlungen legen fest, welche Daten in einem Werkleitungskataster erfasst und nachgeführt werden müssen. Für die Planung und den Unterhalt von Ver- und Entsorgungsleitungsnetzen ist ein aktueller, lückenloser Werkleitungskataster von grosser Bedeutung: Einerseits können Ressourcen besser eingeplant werden, andererseits hat die Aktualität eines Werkleitungskatasters Einfluss auf die Gewährleistung der Sicherheit der Bevölkerung und der Umwelt. Die Prozesse zur Nachführung von attributiven Informationen von Werkleitungsobjekten können allerdings zeitaufwändig und komplex sein. Dies führt dazu, dass dem Aspekt der Datenaktualität oft nicht genügend Beachtung geschenkt werden kann.

Um den Status Quo von bestehenden Nachführungsprozessen zu evaluieren, wurden verschiedene Stadtwerke des Kantons Aargau sowie ein Werk aus dem Kanton Wallis interviewt. Deren mittels Business Process Model and Notation (kurz BPMN) beschriebenen Prozesse wurden analysiert und daraus Prozessoptimierungsansätze abgeleitet, um die Nachführungsprozesse effektiver und effizienter zu gestalten, wobei Aspekte wie gesetzliche Bestimmungen und technische Möglichkeiten mitberücksichtigt wurden.

Die Prozessanalyse hat gezeigt, dass insbesondere in den Bereichen Verantwortlichkeit, Kommunikation und Kontrollmechanismen Optimierungspotenzial besteht. Zudem ist aufgefallen, dass alle Werke Papierformulare als primäres Datenerhebungstool nutzen. Um die Nachführung von attributiven Informationen zu verbessern und zu vereinfachen, müssen die bestehenden Prozesse entflechtet und die Verantwortung für einzelne Prozessschritte umverteilt werden. Zudem müssen die Kommunikationswege verkürzt und standardisiert werden. Ein weiterer Schritt gilt der Einführung von Kontrollmechanismen während einer Datenerhebung im Feld. Diese Optimierungsansätze waren die Grundlage zur Beschreibung eines prototypischen Prozesses zur Nachführung von attributiven Informationen von Geodaten sowie der Entwicklung eines Prototyps. Der optimierte Prozess reduziert unter anderem die Anzahl der Prozessschritte und regelt Verantwortlichkeiten. Das Entwickeln eines Prototyps ist als Umsetzungsversuch des Konzepts zu verstehen und diente der Validierung des vorgeschlagenen konzeptionellen Prozesses sowie zum Entwickeln von Verbesserungsmöglichkeiten.

Im Rahmen der Entwicklung eines Prototyps hat sich gezeigt, dass sich eine webbasierte Lösung zur Datenerhebung im Feld anbietet. Dadurch können auf einfache Weise Verantwortlichkeiten getrennt, Aufgaben definiert sowie Kontrollmechanismen bezüglich der Datenaktualität und der Datenvollständigkeit implementiert werden. Allerdings hat sich auch gezeigt, dass es eine noch intensivere Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen benötigt, um besser zu verstehen, wo die Entflechtung der Prozesse ansetzen muss, sodass ein Prozess definiert werden kann, welcher sowohl für die Fachabteilungen als auch für die GIS-Abteilungen praxistauglich ist. Des Weiteren stellt sich die Frage, ob eine Datenerhebungsmethode gewählt werden soll, bei der die Mitarbeiter der Fachabteilungen direkt im Geoinformationssystem attributive Veränderungen vornehmen können oder die Verwendung einer zweiten Datenbank, wie im prototypischen Prozess und bei der Entwicklung des Prototyps beschrieben.

Abstract

The present master thesis deals with the development of a concept for efficiently updating attributive information of geodata within the field of supply and disposal lines. Various statutory provisions as well as standards, guidelines and recommendations specify which data must be recorded and updated in a public utility cadastre. For the planning and maintenance of supply and disposal networks an up-to-date, seamless public utility cadastre is of great importance: On the one hand, resources can be planned better, on the other hand, the up-to-dateness of a public utility cadastre exerts an influence on ensuring the safety of the population and the environment. However, the processes for tracking attributive information from public utility objects can be time consuming and complex. As a result, there is often insufficient attention paid to the aspect of the up-to-dateness of the data.

In order to evaluate the status quo of existing update processes, various public utility companies of the Canton of Aargau and a public utility company from the canton of Valais were interviewed. Their processes, which are described using the Business Process Modeling and Notation (BPMN), were analyzed and used to derive process optimization approaches to render the updating processes more effective and efficient, taking into account aspects such as legal requirements and technical options.

The process analysis has shown that there exists potential for optimization, particularly in the areas of responsibility, communication and control mechanisms. In addition, it is noticeable that all public utility companies use paper forms as the primary data collection tool. In order to improve and simplify the updating of attributive information, the existing processes must be unbundled and the responsibility for individual process steps redistributed. In addition, communication channels must be shortened and standardized. Another step is the introduction of control mechanisms during data collection in the field. These optimization approaches served as the basis for the description of a prototypical process for updating attributive information of geodata as well as the development of a prototype. Among other things, the optimized process reduces the number of process steps and regulates responsibilities. The development of a prototype is understood as an attempt to implement the concept and was used to validate the proposed conceptual process as well as to develop opportunities for improvement.

As part of the development of a prototype, it has been shown that a web-based solution for data collection in the field is favorable. It allows for easily separating responsibilities, defining tasks, and implementing controls on data up-to-dateness and data completeness. However, it has also proved necessary to work even more closely with the departments of the utilities to gain a better understanding of how the processes need to be unbundled, such that a process can be defined that will benefit both the specialist departments as well as the GIS departments. Furthermore, the question arises as to whether a data collection method is to be selected in which the employees of the specialist departments can perform attributive changes directly in the geographical information system or whether the use of a secondary database is required, as described in the prototypical process and in the development of the prototype.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangslage	2
1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen	2
1.3 Relevanz	4
1.4 Studiengebiet, Daten und methodisches Vorgehen	5
1.5 Aufbau der Arbeit	6
2 Theoretische Grundlagen.....	7
2.1 Relevante Begriffe von Ver- und Entsorgungsleitungen.....	7
2.2 Gesetzliche Grundlagen	9
2.2.1 Bund.....	9
2.2.2 Kanton.....	12
2.3 Normen, Richtlinien und Empfehlungen	14
2.3.1 Schweizerischer Ingenieur- und Architekturverein	14
2.3.2 Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute	19
2.3.3 Verband Fernwärme Schweiz.....	19
2.3.4 Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen	22
2.3.5 Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches.....	24
2.4 Prozessmanagement.....	27
2.4.1 Prozessbeschreibung und Prozessanalyse.....	28
2.4.3 Prozessoptimierung	32
3 Prozessbeschreibung.....	34
3.1 Ermittlung bestehender Prozesse durch Interviews	34
3.1.1 Vorbereitung.....	34
3.1.2 Durchführung und Steckbrief Daten.....	35
3.1.3 Auswertung	36
3.2 Prozessbeschreibung Medium Elektrizität.....	36
3.2.1 Unterhalt Verteilkabine.....	37
3.2.2 Unterhalt Trafostation	42
3.2.3 Unterhalt öffentliche Beleuchtung.....	47
3.2.4 Zwischenfazit Medium Elektrizität.....	53
3.3 Prozessbeschreibung Medium Wasser	54

3.3.1	Unterhalt Hydrant	54
3.3.2	Zwischenfazit Medium Wasser	59
3.4	Prozessbeschreibung Medium Gas	60
3.4.1	Unterhalt Schieber / Siphons / Entlüftungsarmaturen.....	60
3.4.2	Zwischenfazit Medium Gas	63
3.5	Prozessbeschreibung Medium Abwasser.....	63
3.5.1	Schachtkontrolle.....	64
3.5.2	Kanalinspektionen.....	67
3.5.3	Zwischenfazit Medium Abwasser.....	69
3.6	Prozessbeschreibung Medium Fernwärme	69
3.6.1	Aktualisierung KKS-Kennzeichnung	70
3.6.3	Aktualisierung Kundennummer / Anschlussleistung.....	71
3.6.4	Zwischenfazit Medium Fernwärme	73
3.8	Prozessbeschreibung Kleinkataster	74
3.8.1	Baumkataster	74
3.8.2	Zwischenfazit Kleinkataster	76
3.9	Zwischenfazit Prozessbeschreibung	77
4	Prozessanalyse und Prozessoptimierung	79
4.1	Prozessanalyse.....	79
4.2	Prozessoptimierung	81
4.3	Prototypischer Prozess	83
5	Entwicklung Prototyp	86
5.1	Anforderungen an den Prototyp.....	86
5.2	Entwicklung.....	88
5.4	Prototyp RWB-datacollection	90
5.5	Testphase	97
6	Diskussion und Fazit	99
6.1	Diskussion.....	99
6.1.1	Prozessbeschreibung, -analyse und -optimierung.....	99
6.1.2	Prototyp.....	100
6.2	Beantwortung der Forschungsfrage	102
6.3	Fazit und Ausblick.....	103
7	Quellenverzeichnis	106
8	Anhang.....	111

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Werkleitungskataster – Ausschnitt Elektrizitätskataster	7
Abb. 2.2: Werkinformation / Leitungskataster	8
Abb. 2.3: Leitungskataster – Ausschnitt alle Medien	8
Abb. 2.4: Objektdiagramm Abwasser.....	16
Abb. 2.5: Objektdiagramm Gas	17
Abb. 2.6: Objektdiagramm Wasser	17
Abb. 2.7: Objektdiagramm Fernwärme	18
Abb. 2.8: Objektdiagramm Elektrizität.....	18
Abb. 2.9: Komponenten eines Stehkandelabers.....	22
Abb. 2.10: Komponenten einer Seilhängerleuchte.....	23
Abb. 2.11: BPMN – Einfacher Prozess	29
Abb. 2.12: BPMN – Task.....	29
Abb. 2.13: BPMN – Flow	30
Abb. 2.14: BPMN – Event	30
Abb. 2.15: BPMN – Gateways.....	31
Abb. 2.16: BPMN – Data Object.....	31
Abb. 2.17: BPMN – Pool and Lane	31
Abb. 2.18: Methoden zur Prozessveränderung.....	33
Abb. 3.1: EWW – Nachführung Verteilkabine	37
Abb. 3.2: EWZ – Nachführung Verteilkabine	38
Abb. 3.3: RWB – Kontrolle / Wartung / Erdmessung Verteilkabine	40
Abb. 3.4: SWL – Nachführung Verteilkabine.....	41
Abb. 3.5: TBS – Nachführung Verteilkabine	42
Abb. 3.6: EWW – Nachführung Trafostation	43
Abb. 3.7: EWZ – Nachführung Trafostation	44
Abb. 3.8: RWB – Wartung / Erdmessung Trafostation.....	45
Abb. 3.9: SWL – Nachführung Trafostation	46
Abb. 3.10: TBS – Nachführung Trafostation	47
Abb. 3.11: EWW – Nachführung öffentliche Beleuchtung	48
Abb. 3.12: EWZ – Nachführung öffentliche Beleuchtung.....	49
Abb. 3.13: RWB – Wartung öffentliche Beleuchtung / Leuchtenreinigung und Lampenwechsel	51
Abb. 3.14: SWL – Wartung öffentliche Beleuchtung / Lampenwechsel.....	52
Abb. 3.15: TBS – Nachführung öffentliche Beleuchtung.....	53
Abb. 3.16: EWW – Hydrantenwartung	55
Abb. 3.17: RWB – Hydrantenwartung	57
Abb. 3.18: SWL – Hydrantenwartung.....	58
Abb. 3.19: TBS – Hydrantenwartung	59
Abb. 3.20: RWB – Unterhalt Schieber / Siphons.....	62
Abb. 3.21: RWB – Schachtkontrolle mit Tablet.....	64
Abb. 3.22: RWB – handgeschriebene Schachtprotokolle	66
Abb. 3.23: SWL – Schachtkontrolle mit Tablet.....	67
Abb. 3.24: RWB – Kanalinspektionen	68
Abb. 3.25: SWL – Kanalinspektionen.....	68

Abb. 3.26: RWB – Aktualisierung KKS-Kennzeichnung	70
Abb. 3.27: RWB – Aktualisierung Kundennummer / Anschlussleistung	72
Abb. 3.28: Fernwärme – sehr nahe beieinanderliegende Armaturen	73
Abb. 3.29: RWB – Aktualisierung Baumkataster.....	75
Abb. 3.30: SWL – Aktualisierung Baumkataster	76
Abb. 4.1: Prototypischer Prozess	84
Abb. 5.1: RWB-datacollection – Login	90
Abb. 5.2: RWB-datacollection – Startseite Gruppe EW	90
Abb. 5.3: RWB-datacollection – Menu	91
Abb. 5.4: RWB-datacollection – Seite öffentliche Beleuchtung Gruppe EW	91
Abb. 5.5: RWB-datacollection – Kombinierte Suche.....	92
Abb. 5.6: RWB-datacollection – Übersicht Beleuchtung.....	92
Abb. 5.7: RWB-datacollection – Buttons	93
Abb. 5.8: RWB-datacollection – Übersicht Leuchte / Lampe	93
Abb. 5.9: RWB-datacollection – Formular <i>Lampe bearbeiten</i>	94
Abb. 5.10: RWB-datacollection – Übersicht Wartung / Beobachtung	94
Abb. 5.11: RWB-datacollection – Neue Wartung.....	95
Abb. 5.12: RWB-datacollection – Neue Beobachtung	95
Abb. 5.13: RWB-datacollection – Übersicht Leuchtenreinigung	96
Abb. 5.14: RWB-datacollection – Übersicht Lampenwechsel.....	96
Abb. 5.15: RWB-datacollection – Seite öffentliche Beleuchtung Gruppe GIS	97

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Relevante Geobasisdaten für Werkinformation und Leitungskataster	10
Tab. 2.2: Gesetzliche Bestimmungen betreffend Leitungskataster pro Kanton	12

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
AGV	Aargauische Gebäudeversicherung
BPMN	Business Process Model and Notation
DWG	Drawing (Konstruktions-Datenformat und eine Grafik-Technologie von Autodesk)
DXF	Drawing Interchange Format (Datenaustauschformat von Autodesk)
EG UWR	Einführungsgesetz zur Bundesgesetzgebung über den Schutz von Umwelt und Gewässern
EleG	Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen (Elektrizitätsgesetz)
EWW	Elektrizitäts- und Wasserwerk Wettingen AG
EWZ	Elektrizitätswerk Zermatt AG
GebVG	Gesetz über die Gebäudeversicherung (Gebäudeversicherungsgesetz)
GeoIG	Bundesgesetz über Geoinformation (Geoinformationsgesetz)
GeoIV	Verordnung über Geoinformation (Geoinformationsverordnung)
GIS	Geoinformationssystem
GSchG	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz)
GSchV	Gewässerschutzverordnung
GVZ	Gebäudeversicherung Kanton Zürich
LeV	Verordnung über elektrische Leitungen (Leitungsverordnung)
LK	Leitungskataster
LVV	Verordnung über die Landesvermessung (Landesvermessungsverordnung)
OMG	Object Management Group

Abkürzung	Beschreibung
RLG	Bundesgesetz über Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- und Treibstoffe (Rohrleitungsgesetz)
RPV	Raumplanungsverordnung
RWB	Regionalwerke AG Baden
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
StromVG	Bundesgesetz über die Stromversorgung (Stromversorgungsgesetz)
SVGW	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches
SWL	SWL Energie AG
TBS	TBS Strom AG
UUID	Universally Unique Identifier
VAV	Verordnung über die amtliche Vermessung
VFS	Verband Fernwärme Schweiz
VIL	Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt
VPeA	Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für elektrische Anlagen
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
VSE	Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
XML	Extensible Markup Language
XTF	INTERLIS 2 Austauschformat

1 Einleitung

Geodaten sind modellhafte Abbilder der realen Welt und in vielen Disziplinen integraler Bestandteil der täglichen Arbeit (BARTELME 2005, S. 5). Im Bereich der Ver- und Entsorgungsdienstleistungen (z.B. regionale Energieversorger, kommunale Abwasserverbände) umfassen Geodaten in erster Linie die Daten des Werkleitungskatasters, welche zum Beispiel Elektrizitätsnetze mit allen Komponenten (Trassen, Kabel, Netzanschlüsse etc.) sowie deren Beziehungen unter- und zueinander abbilden. Diese Daten werden verwendet, um einerseits Wissen über die unsichtbare Belegung des Bodens zu dokumentieren, andererseits sind sie Ausgangslage für viele Arbeitsprozesse, wie etwa das Anschliessen neuer Häuser ans Netz oder Netzberechnungen und Störungsmanagement.

Für die Erstellung von Geodaten gibt es eine Vielzahl von Ansätzen, die sich unter anderem in der Art und Weise (z.B. Vor-Ort Erfassung vs. Abdigitalisieren von Plänen) sowie der Genauigkeit der Erfassung (z.B. Submetergenauigkeit von modernen Vermessungssystemen vs. Genauigkeit von Smartphoneantennen) unterscheiden. Gemein ist allen Ansätzen, dass mit der Ersterfassung die Abbildung der Realwelt in ein GIS-Modell geschieht (DE LANGE 2013, S. 346). Im Bereich des Werkleitungskatasters geschieht diese Ersterfassung primär mit hochpräzisen GPS-Geräten, mit denen Objekte der realen Welt (z.B. neue Stromleitungen oder Hydranten) eingemessen und in einem Geoinformationssystem erfasst werden, um ein möglichst lagegetreues Abbild der Realität zu erstellen. Aufgrund der Komplexität der Ver- und Versorgungsnetze werden die reinen Lagedaten mit verschiedenen Zusatzinformationen angereichert, die eine Differenzierung der Objekte zum Beispiel nach Schachtart oder Leitungstyp ermöglichen. Der Prozess der Lagefassung ist innerhalb der Firmen in der Regel gut dokumentiert und dank der verschiedenen Vermessungssysteme effizient. Im Rahmen der hier vorliegenden Masterarbeit wird dieser Erfassungsprozess, also das Erstellen eines Realitätsabbildes, als **Ersterfassung** definiert. Die Ersterfassung beinhaltet das Einmessen eines Objektes und das Erfassen der Lage im Geoinformationssystem, jedoch nicht das Erfassen von Zusatzinformationen (z.B. Schachtart).

Sind Leitungen und die dazugehörigen Objekte erst einmal verbaut, bleiben diese mehrere Jahrzehnte bestehen, sowohl in der Realität als auch in der Datenbank. Dabei verändert sich die Lage der Objekte in der Regel nicht (ausser bei grösseren Bauvorhaben, wobei – in Bezug auf Werkleitungsobjekte – dann meist wieder eine Ersterfassung zum Tragen kommt), wohingegen die Sachattribute durchaus variabel sein können. Werkleitungskatasterobjekte werden beispielsweise unterhalten und gewartet. Die so generierten Zusatzinformationen müssen ebenfalls gespeichert und eindeutig einem Objekt zugewiesen werden können, zumal gewisse gesetzliche Bestimmungen dies auch eindeutig erfordern. Im Rahmen der Hydrantenkontrolle ist dies beispielsweise finanziell von Bedeutung, da in der Schweiz die Gebäudeversicherung nur für effektiv gewartete Hydranten Subventionen spricht (AGV 2013, S. 6). Durch diese attributiven Anpassungen bleiben Geodaten aktuell und garantieren, dass das Realitätsabbild auch nach mehreren Jahren aktuell ist. Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeit wird das Aktualisieren der bestehenden Geodaten sowie das Anreichern der Geodaten mit Zusatzinformationen als **Nachführung** definiert.

1.1 Ausgangslage

Wo die Ersterfassung sowohl im professionellen Umfeld (z.B. amtliche Vermessung, Energieversorger, Kommunen) als auch in der Fachliteratur (vgl. PUNDT 2002, BREUNIG et al. 2004, TSOU 2004 oder LWIN & MURAYAMA 2011) etabliert und die Prozesse klar definiert sind, ist die Nachführung ein eher vernachlässigter Teilprozess. Auch die Fachliteratur bietet keine klaren Forschungsarbeiten zu diesem Thema. Was insofern erstaunt, als dass die Aktualisierung von attributiven Informationen von bestehenden Geodaten keineswegs unwichtiger ist als die Lageerfassung, also die Ersterfassung, der Objekte. Die Aktualität der Geodaten ist insbesondere dann von grosser Bedeutung, wenn diese zum Beispiel als Grundlage für eine Notfallplanung dienen. Aus eigener Erfahrung kann gesagt werden, dass der Prozess der Nachführung eher ineffizient ist, da zu viele Akteure beteiligt und keine gesamtheitlichen Prozesse und Prozessschritte definiert sind. Die beteiligten Akteure umfassen hier, nicht wie in der Ersterfassung, ausschliesslich Fachleute der Vermessung, sondern auch GIS-fremde Personen, welche die attributiven Informationen im Rahmen ihrer Tätigkeit wie etwa dem Warten der öffentlichen Beleuchtung erfassen. Diese Daten werden auf dem Feld von Fachpersonen erhoben und müssen danach von den Nachführungsspezialisten kontrolliert, an die Datenmodelle der Geodaten angepasst und integriert werden. Dieser Prozessablauf der Nachführung ist nicht optimal und in verschiedenen Bereichen fehleranfällig und schlecht nachvollziehbar, da es aufgrund der Kommunikationswege immer wieder zu Unklarheiten kommen kann.

Idealerweise würden Prozesse definiert, welche die *Verantwortlichkeiten* regeln (Wer ist verantwortlich für die attributive Erfassung? Wer ist verantwortlich für die Nachführung?) und den *Prozessfluss* (Welche (Teil-)Schritte sind nötig?) sowie die *Kontrollmechanismen* (Was muss erfasst werden? Was darf unter welchen Umständen am bestehenden Geodatensatz angepasst werden?) definieren. Davon ausgehend können passende Workflows entwickelt werden, die für die jeweiligen Bedürfnisse der Akteure angepasst sind.

Ziel der hier vorliegenden Masterarbeit ist es, auf **konzeptioneller Ebene** den Prozess der Nachführung wie im vorherigen Abschnitt beschrieben zu definieren, um einen prototypischen Prozessablauf *für die Nachführung attributiver Informationen von Werkleitungsobjekten* aufzuzeigen. Dabei soll anhand verschiedener Praxisbeispiele der Status Quo ermittelt werden, um davon ausgehend das Konzept zur Nachführung zu erarbeiten. Das so erarbeitete Konzept soll anschliessend anhand einer prototypischen Applikation im Bereich der Wartung von öffentlichen Beleuchtungen praxisbezogen getestet werden.

1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen

Zielsetzung. Ziel der hier vorliegenden Masterarbeit ist es, ein Konzept für die Nachführung von attributiven Informationen von Geodaten zu entwickeln. Dabei sollen Akteure bestimmt, deren Rollen verteilt sowie der Prozess mit seinen Teilschritten unter Einhaltung von Aspekten wie Datenqualität und Kontrollmechanismen definiert werden. Dadurch soll ein Beitrag zu möglichen Ansätzen zur Aktualisierung von attributiven Informationen von bestehenden Geodaten geleistet werden, da auf wissenschaftlicher Ebene wenig Literatur zum Thema Aktualität von Geodaten gefunden werden konnte und in der Praxis diesbezüglich wachsende Anforderungen bestehen. Davon ausgehend lässt sich folgende Forschungsfrage ableiten:

- **Forschungsfrage:** Wie kann die Nachführung von attributiven Informationen von Geodaten effizient gelöst werden, unter Einhaltung von Kontrollinstanzen sowie Ansprüchen an die Datenaktualität?

Operative Teilschritte. Für die Erarbeitung der Forschungsfrage wurden fünf operative Teilschritte definiert. Diese definieren einerseits die Vorgehensweise, andererseits dienen sie als Leitfaden für den Aufbau der hier vorliegenden Arbeit.

- **Teilschritt 1:** Bestandsaufnahme anhand mehrerer Stadtwerke

Um den Status Quo der verschiedenen Nachführungsprozesse zu analysieren, werden verschiedene Stadtwerke in der Schweiz zu diesem Thema interviewt. Neben den GIS-Verantwortlichen werden auch die Fachverantwortlichen der jeweiligen Medien befragt. Die Bestandsaufnahme dient als Grundlage der Prozessbeschreibung und der Prozessanalyse. Die so gewonnenen Erkenntnisse sind die Basis für die Erarbeitung eines Konzepts zur Nachführung von attributiven Informationen von bestehenden Geodaten mit dem Fokus auf Werkleitungsobjekte.

- **Teilschritt 2:** Beispiel anhand eines Werkes vertiefen: Wie sehen die Prozesse der Geodatenaktualisierung bei der Firma Regionalwerke AG Baden (RWB) im Detail aus? Welche Abteilungen und Fachpersonen sind bei den verschiedenen Prozessen involviert und was sind ihre Aufgaben?

Um Prozesse zu verändern und zu verbessern, müssen diese beschrieben und analysiert werden. Die Regionalwerke AG Baden hat ein breites Spektrum an verschiedenen Werkleitungskatastern und demnach auch viele verschiedene Nachführungsprozesse. Aus diesem Grund werden die Nachführungsprozesse vertieft analysiert und es werden Interviews mit den verschiedenen beteiligten Akteuren der Nachführungszyklen geführt. Die Sicht der verschiedenen Akteure ist wichtig, um die Prozesse praxistauglich optimieren zu können.

- **Teilschritt 3:** Entwickeln des konzeptionellen Prozessablaufs aufgrund von gewonnenen Erkenntnissen

Die gewonnenen Erkenntnisse aus Teilschritt 1 und 2 dienen als Grundlage für die Erstellung eines Konzepts, welches eine effiziente Aktualisierung von attributiven Informationen in Bezug auf Werkleitungsobjekte hat. Zum einen wird ein prototypischer Prozessablauf definiert, welcher den Grundsatz für eine effiziente Datenerfassung wiedergibt. Dieser Grundsatz basiert auf dem gemeinsamen Nenner der verschiedenen in Teilschritt 1 und 2 eruierten Prozesse. Zum anderen wird definiert welche Aspekte berücksichtigt werden müssen, um den Prozess der Nachführung zu optimieren.

- **Teilschritt 4:** Entwicklung eines Prototyps am Beispiel *Wartung der öffentlichen Beleuchtung*

Das Entwickeln eines Prototyps ist als Umsetzungsversuch des Konzepts zu verstehen und dient der Validierung des entwickelten Konzepts sowie zum Entwickeln von Verbesserungsmöglichkeiten. Mit verschiedenen Fachpersonen wird der Prototyp getestet und diskutiert. Der konzeptionelle, prototypische Prozessablauf soll so nochmals hinterfragt und evaluiert werden.

- **Teilschritt 5:** Reflexion des entwickelten Konzepts aufgrund der Testphase

Mit Hilfe des Prototyps wird das erarbeitete Konzept getestet. Die Meinungen und Ideen der Fachpersonen, welche in Teilschritt 4 den Prototyp kritisch hinterfragt haben, werden reflektiert und das entwickelte Konzept hinterfragt. Die so gewonnen Erkenntnisse sollen dabei helfen die Stärken und Schwächen des Konzepts zu erkennen, um dieses auch nach Abschluss dieser Arbeit weiter entwickeln zu können.

1.3 Relevanz

Die Anforderungen an Werkinformationen steigen, da vom Bund, den Kantonen und den Fachverbänden immer detailliertere Informationen gefordert werden. 2017 wurde etwa eine Machbarkeitsstudie zum Thema Leitungskataster Schweiz veröffentlicht, mit dem Ziel einen Leitungskataster über die gesamte Schweiz verfügbar zu machen (LAUBE 2017). Voraussetzung ist dabei, dass alle Werkleitungskataster und somit auch alle Leitungskataster der Gemeinden und Werke digital vorliegen und die Daten in einem einheitlichen Datenmodell ausgegeben werden können. Damit die Werke diesen Anforderungen gerecht werden können, steigt der Anspruch an die Datenaktualität und die Datenqualität.

Nebst der zuvor erwähnten Diskrepanz zwischen der Dokumentation der Prozesse in der Ersterfassung und der Nachführung ist der hier beschriebene, problematische Prozessablauf auch dahingehend von Relevanz, als dass durch steigende Anforderungen an Datenschutz, Knappwerden der Ressource Boden sowie komplexere und wachsende Ver- und Entsorgungsnetze aufgrund demographischer Entwicklungen die Aktualität der Daten von enormer Bedeutung ist. Für Unternehmen ist zudem durch die stetige Präsenz von Qualitätsmanagementansprüchen wichtig, dass Prozesse dargelegt und begründet werden können.

Des Weiteren entwickeln sich die Technologien laufend weiter. Aus diesem Grund müssen sich die Eigentümer und die Bewirtschafter von Werkdaten immer weiterentwickeln und ihre Datenerfassung und Datenhaltung an die neuen Anforderungen anpassen. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten, welche nicht nur das Führen von gewissen Katastern regeln, sondern auch die regelmässige Wartung von Werkleitungsobjekten und die Archivierung der gesammelten Daten verlangen. Der Unterhalt der Ver- und Entsorgungsnetze ist ressourcenintensiv, muss aber trotz allem gewährleistet sein.

Die Datenqualität und die Datenaktualität dürfen schlussendlich auch nicht vernachlässigt werden. Einerseits spielen sicherheitsrelevante Aspekte eine grosse Rolle, andererseits die gesetzlichen Bestimmungen. Insbesondere bei Elektrizitätsnetzen und Erdgasnetzen ist das Thema Sicherheit ein zentrales Thema: Sind zum Beispiel keine oder mangelhafte Informationen über die Existenz von Strom- oder Erdgasleitungen auf der Plangrundlage, welche für ein Bauvorhaben verwendet wird, vorhanden, kann dies im schlimmsten Fall zu einem schwerwiegenden Unfall führen. Kommt es zu einem Ernstfall, müssen aktuelle Daten aller Ver- und Entsorgungsleitungen vorhanden sein, sodass geeignete Massnahmen ergriffen werden können und die betroffene Bevölkerung oder die betroffene Umwelt geschützt werden kann. In der Realität ist das Aufrechterhalten der Datenqualität und der

Datenaktualität jedoch nicht immer einfach. Insbesondere der Datenaktualität kann oft nicht genügend Beachtung geschenkt werden. Die zwei wichtigsten Gründe hierfür sind fehlende zeitliche und finanzielle Ressourcen.

Aufgrund dieser Aspekte muss der Aktualisierung von Werkinformationen in Zukunft mehr Beachtung geschenkt werden.

1.4 Studiengebiet, Daten und methodisches Vorgehen

Studiengebiet. Das übergeordnete Studiengebiet ist die Schweiz. Verschiedene Gesetze und Verordnungen sowie Richtlinien und Normen setzen den Standard für die Erfassung und Nachführung von Werkleitungsinformationen in der Schweiz. Die Prozesse zur Aktualisierung von attributiven Informationen werden von fünf Werken, wobei sich vier Werke im Kanton Aargau befinden, vertieft analysiert. Diese vier Aargauer Werke sind die Regionalwerke AG Baden, die SWL Energie AG, die TBS Strom AG und die Elektrizitäts- und Wasserwerk Wettingen AG. Drei dieser Werke betreuen diverse Gemeinden im Kanton und haben somit viel Erfahrung mit den verschiedenen Werkleitungsmedien sowie deren Nachführung in einem Geoinformationssystem. Allen vier Werken gemeinsam ist, dass sie jeweils nicht nur ein Medium (z.B. Gas, Wasser etc.) betreuen, sondern für den Bau und den Unterhalt von mindestens zwei Medien verantwortlich sind.

Dank der Zusammenarbeit der bereits genannten Werke mit einem Werk im Kanton Wallis – der Elektrizitätswerk Zermatt AG – konnten die Grundlagen für die Erarbeitung der vorliegenden Masterarbeit ausgedehnt werden.

Vertieft werden die Gegebenheiten der Regionalwerke AG Baden analysiert, um einen noch detaillierteren Einblick in die Prozessabläufe der Nachführung zu bekommen. Das erarbeitete Konzept wird in diesem Werk anhand eines Prototyps getestet und reflektiert.

Daten. Die Daten, welche für die Entwicklung des Prototyps benötigt werden, werden von der Regionalwerke AG Baden zur Verfügung gestellt. Die Daten beinhalten alle relevanten Informationen zur öffentlichen Beleuchtung. Die Informationstiefe dieser Daten ist sehr hoch und sie besitzen eine gewisse Komplexität durch die Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Objektklassen. Dieser Aspekt hilft dabei, Schwierigkeiten und Probleme bereits bei der Entwicklung des Prototyps zu berücksichtigen und das Konzept zur Aktualisierung von attributiven Informationen dementsprechend zu formulieren.

Methodisches Vorgehen. Das methodische Vorgehen orientiert sich an den operativen Teilzielen. Für die Analyse der bestehenden Prozesse, welche die Aktualisierung von attributiven Informationen von Geodaten zum Ziel haben, werden verschiedene Werke interviewt. Die Interviews sind offen gestaltet, weisen aber eine grobe Struktur auf. Die Art des offenen Interviews soll dabei helfen die Offenheit der Interviewpartner zu fördern, sodass ihre Sicht auf das Thema aufgezeigt werden kann. Die grobe Struktur hilft die wichtigen Aspekte für die Prozessbeschreibung zu erfragen. Anschließend werden die Prozesse mit Hilfe von BPMN (Business Process Model and Notation) beschrieben und analysiert.

Für die Prototypentwicklung wird das freiverfügbare Webframework Django, welches in Python geschrieben ist, verwendet. Django hat den Vorteil, dass einerseits eine vollumfängliche Benutzerverwaltung bereits standardmässig implementiert ist, andererseits viele andere nützliche Bibliotheken integriert sind. Für die Speicherung der erfassten Informationen wird PostgreSQL, ein Open Source Datenbanksystem, eingesetzt.

1.5 Aufbau der Arbeit

In **Kapitel 2** werden die theoretischen Grundlagen erarbeitet. Zunächst werden die gesetzlichen Grundlagen, welche für den Werkleitungsbereich relevant sind erläutert. Neben den gesetzlichen Bestimmungen muss auch den Normen und Richtlinien Beachtung geschenkt werden. In einem weiteren Schritt werden die Grundlagen für die Prozessanalyse und die Prozessoptimierung thematisiert.

In **Kapitel 3** wird die Grundlage für die Erarbeitung eines Konzeptes, welches die Aktualisierung von attributiven Informationen von Werkleitungsinformationen zum Thema hat, geschaffen. Um die verschiedenen bestehenden Prozessabläufe zu ermitteln werden Interviews mit verschiedenen Werken und den jeweiligen Fachpersonen geführt. Neben den bestehenden Prozessen werden so Kenntnisse über Problematiken und Optimierungswünsche gewonnen.

Die eigentliche Konzepterarbeitung geschieht in **Kapitel 4**. Dies geschieht aufgrund der gewonnenen Informationen von Kapitel 3. Die bestehenden Prozesse werden analysiert und es werden Ansätze zur Prozessoptimierung definiert.

Kapitel 5 beschreibt die Entwicklung eines Prototyps, welcher das Testen des prototypischen Prozesses ermöglichen soll. Der Prototyp wird für das Medium Elektrizität zum Thema Wartung der öffentlichen Beleuchtung erstellt. Zur Erarbeitung des Prototyps gehört auch eine Art Testphase, wobei verschiedene Prozessbeteiligte den Prototyp ausprobieren und kritisch hinterfragen.

Anschliessend werden in **Kapitel 6** die gewonnenen Erkenntnisse von Kapitel 3, 4 und 5 analysiert und diskutiert.

2 Theoretische Grundlagen

Die ersten drei Unterkapitel befassen sich mit Begriffen und gesetzlichen Aspekten, welche für den Betrieb und den Unterhalt von Ver- und Entsorgungsleitungen von Bedeutung sind. Die schweizerische Gesetzgebung regelt viele Aspekte, welche im Zusammenhang mit Ver- und Entsorgungsleitungen stehen, so zum Beispiel über die Regelmässigkeit von Unterhaltsmassnahmen oder ob und in welcher Form ein Leitungskataster geführt werden muss. In Kapitel 2.4 wird das Thema des Prozessmanagements aufgegriffen, um eine Grundlage für die Prozessbeschreibung und die Prozessoptimierung in Kapitel 3 bzw. 4 zu schaffen.

2.1 Relevante Begriffe von Ver- und Entsorgungsleitungen

Medium. Im Zusammenhang mit Ver- und Entsorgungsleitungen wird unter dem Begriff Medium der zu transportierende Stoff verstanden (DUDEN 2018). Die traditionellen Medien, gemäss SIA 405 (S. 6), sind Abwasser, Elektrizität, Fernwärme, Gas, Kommunikation (z.B. Telefon, TV) und Wasser.

Werkinformation. Werkinformationen stellen „die Gesamtheit aller Daten eines Mediums dar, welche ein Werkleitungsbetreiber für den Betrieb und den Unterhalt seines Leitungsnetzes benötigt“ (SIA 405, S. 6). Die Werkinformationen werden in einem geeigneten System „mit einheitlichem Raumbezug“ (SIA 405, S. 6) verwaltet und nachgeführt. In der vorliegenden Arbeit wird synonym zum Begriff Werkinformation von einem Werkleitungskataster gesprochen.

In Werkleitungskatastern werden neben der Lage der Objekte auch diverse Sachdaten im Werkleitungssystem verwaltet. Zum Beispiel werden in einem Elektrizitätskataster Informationen zum Trassenquerschnitt dokumentiert (vgl. Abb. 2.1). Die Informationstiefe kann von Werk zu Werk variieren.

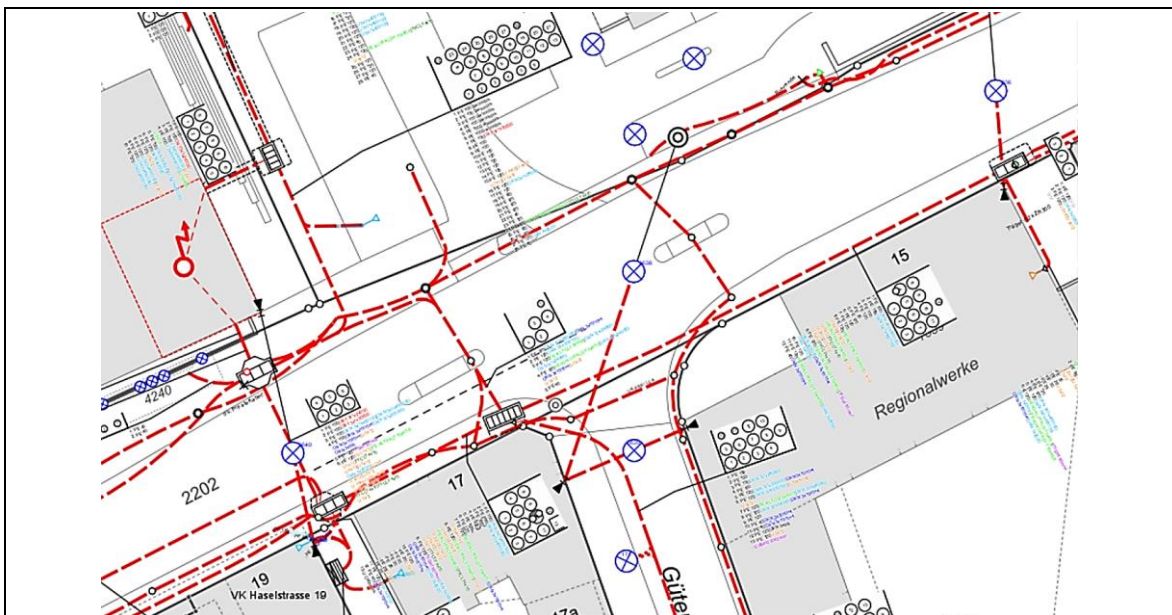


Abb. 2.1: Werkleitungskataster – Ausschnitt Elektrizitätskataster

Quelle: GEOPROREGIO 2018b (nicht öffentlich zugänglich)

Die Werkinformationen dienen dem Betreiber unter anderem bei der „Infrastrukturplanung (Neubau, Ersatz, Sanierung und Unterhalt)“ und die Daten können zudem für „Netzberechnungen und betriebswirtschaftliche Zwecke“ verwendet werden (SIA 405, S. 6). Der Eigentümer der Werkinformationen ist in der Regel das Werk selbst. Ausnahmen können beispielsweise bei Elektrizitätsnetzen in Gemeindebesitz entstehen.

Leitungskataster. Gemäss der Norm SIA 405 (S. 6) ist der Leitungskataster die „Teilmenge der Werkinformation“, welche Auskunft über den „durch Leitungen und Trassen belegten Raum“ gibt (Abb. 2.2).

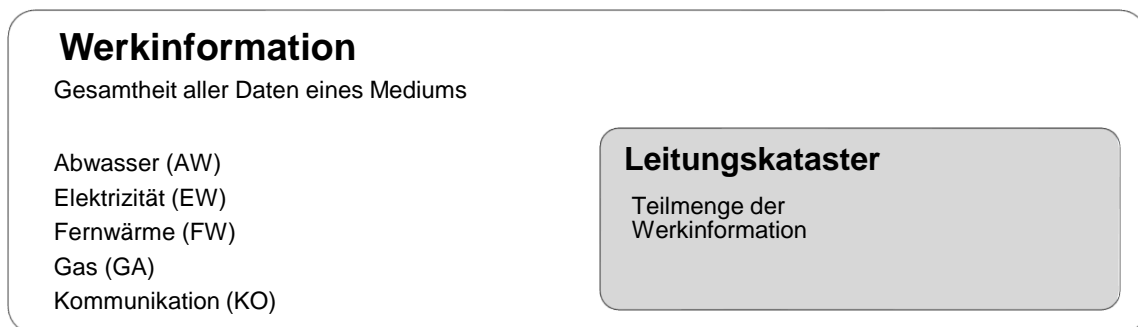


Abb. 2.2: Werkinformation / Leitungskataster

Quelle: Eigene Darstellung 2018, basierend auf SIA 405 (S. 8)

In einem Leitungskatasterplan (vgl. Abb. 2.3) werden weniger Informationen als in einem Werkleitungsplan (Abb. 2.1) dargestellt. Dies hat den Vorteil, dass alle Medien miteinander visualisiert werden können und der belegte Raum klar ersichtlich ist. Der Leitungskataster ist ein „wichtiges Koordinationsinstrument für Orientierungs- und Planungsaufgaben im öffentlichen Raum“ (SIA 405, S. 6).

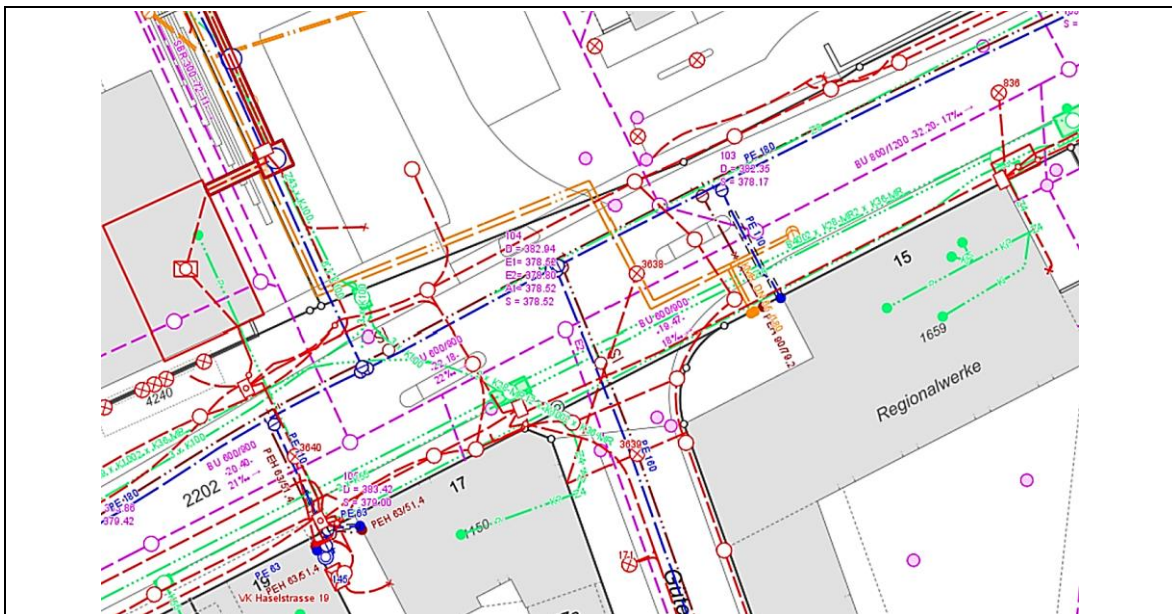


Abb. 2.3: Leitungskataster – Ausschnitt alle Medien

Quelle: GEOPROREGIO 2018a

INTERLIS. INTERLIS ist ein „Beschreibungs- und Transfermechanismus für Geodaten“ und wurde 1993 in die schweizerische Gesetzgebung über die amtliche Vermessung aufgenommen (Art. 42 Abs. 1 TVAV). Seit 1998 wird INTERLIS 1 von der Schweizer Normen-Vereinigung (SNV) als Norm SN 612030 herausgegeben. 2003 wurde INTERLIS 2 als Norm SN 612031 publiziert (INTERLIS 2018).

2.2 Gesetzliche Grundlagen

Im Bereich der Ver- und Entsorgungsleitungen haben gesetzliche Bestimmungen einen grossen Einfluss auf die Erfassung und Nachführung eines Werkleitungskatasters. In der vorliegenden Masterarbeit wird der Fokus auf die schweizerische Gesetzgebung und die gesetzlichen Bestimmungen des Kantons Aargau gelegt.

2.2.1 Bund

Verschiedene Gesetze und Verordnungen auf Bundesebene stellen indirekt Anforderungen an die Informationstiefe und die Aktualität von Werkinformationen und somit auch an den Leitungskataster, welcher eine Teilmenge der Werkinformationen darstellt (vgl. Kapitel 2.1). Indirekt deswegen, weil der Bund kein Gesetz erlassen hat, welches die Erfassung eines Leitungskatasters regelt. 2017 erschien allerdings eine Machbarkeitsstudie zu einem schweizweiten Leitungskataster (LAUBE 2017). LAUBE (2017, S. 48) zieht das Fazit, dass ein schweizweiter Leitungskataster einem Bedarf entspricht und grundsätzlich umsetzbar wäre. Ein solcher Kataster würde bedeuten, dass der Leitungskataster zukünftig doch gesetzlicher Bestandteil würde.

GeolG / GeoIV. Das Bundesgesetz über Geoinformation (GeolG) und die dazugehörige Verordnung (GeoIV) regeln zusammen mit den entsprechenden kantonalen Gesetzen und Verordnungen die Qualität und die Verfügbarkeit von digitalen Geobasisdaten. Gemäss dem GeolG (Art. 3) sind Geobasisdaten jene Geodaten, welche auf einem „rechtssetzenden Erlass des Bundes, eines Kantons oder einer Gemeinde beruhen“.

Im GeolG und in der GeoIV wird das Thema Leitungskataster nicht behandelt. Die GeoIV definiert aber Geobasisdaten, welche für die Werkinformationen und den Leitungskataster durchaus von Bedeutung sind. In Tab. 2.1 werden jene Geobasisdaten aufgeführt, welche für Werkinformationssysteme sowie den Leitungskataster relevant sind.

Tab. 2.1: Relevante Geobasisdaten für Werkinformation und Leitungskataster

Quelle: SIA 405 (S. 19) und GeolV Anhang 1

ID	Bezeichnung	Rechtsgrundlagen
33-41	Geobasisdaten der Landesvermessung	GeolG (SR 510.62): Art. 22 ff. LVV (SR 510.626): Art. 2 ff., 7, 13 ff. GeolV (SR 510.620): Art. 4 ff. VIL (SR 748.131.1): Art. 58b Abs. 3
51-64	Geobasisdaten der amtlichen Vermessung	GeolG (SR 510.62): Art. 22 ff., 29 ff. VAV (SR 211.432.2): Art. 5, 6 RLG (SR 746.1): Art. 1
92	Werkpläne elektrische Kabelleitungen	EleG (SR 734.0): Art. 3 LeV (SR 734.31): Art. 62
94	Sachplan Übertragungsleitungen	EleG (SR 734.0): Art. 16 Abs. 5 RPV (SR 700.1): Art. 14 ff.
128	Regionale Entwässerungsplanung REP	GSchG (SR 814.20): Art. 7 GSchV (SR 814.201): Art. 4
129	Kommunale Entwässerungsplanung GEP	GSchG (SR 814.20): Art. 7 GSchV (SR 814.201): Art. 5
137	Trinkwasserversorgung (Erhebungen von gesamtschweizerischem Interesse)	GSchG (SR 814.20): Art. 57
138	Trinkwasserversorgung (weitere Erhebungen)	GSchG (SR 814.20): Art. 58

In den folgenden Abschnitten wird vertieft auf die Gesetze und Verordnungen, welche für die Werkinformationen respektive den Werkleitungskataster und den Leitungskataster relevant sind (vgl. Tab. 2.1), eingegangen.

LVV. Die Verordnung über die Landesvermessung (LVV) regelt die „geodätische, die topografische und die kartografische Landesvermessung, das Landeskartenwerk, die nationalen Atlanten und die Festlegung der Landesgrenze“ (Art. 1 Abs. 1 LVV). Art. 2 LVV legt fest, was Gegenstand der geodätischen Landesvermessung ist. Die Daten der Landesvermessung sind als Grundlage für die Vermessungsarbeiten im Bereich der amtlichen Vermessung und der Vermessung von Werkleitungsobjekten zu sehen, wobei die festgelegten Lagefixpunkte als Bezugsrahmen für die Lage dienen.

VAV. Die Verordnung über die amtliche Vermessung (VAV) stützt sich unter anderem auf das Geoinformationsgesetz. Gemäss Art. 1 Abs. 2 VAV sind Daten der amtlichen Vermessung Georeferenzdaten, welche von „Behörden des Bundes, der Kantone und der Gemeinden sowie von der Wirtschaft, der Wissenschaft und Dritten zur Gewinnung von Geoinformationen verwendet werden“. In Art. 5 und Art. 6 der VAV werden die Bestandteile sowie das Datenmodell der amtlichen Vermessung

erläutert. Die amtliche Vermessung dient als Grundlage für die Vermessung von Werkleitungsobjekten und somit für die Erstellung eines Werkleitungskatasters.

VIL. Art. 58b Abs. 3 der Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (VIL) legt fest, dass die Geländedaten vom Bundesamt für Landestopografie erhoben, nachgeführt und verwaltet werden.

RPV. In Art. 14 der Raumplanungsverordnung (RPV) wird definiert, dass der Bund „Konzepte und Sachpläne zur Planung und Koordination seiner Aufgaben erstellt, soweit sich diese erheblich auf Raum und Umwelt auswirken“. Aus diesem Grund hat der Bund den Sachplan Übertragungsleitungen (SÜL) erarbeitet, welcher als „Planungs- und Koordinationsinstrument für den Aus- und Neubau von Hochspannungsleitungen der allgemeinen Stromversorgung und der Leitungen der Bahnstromversorgung dient“ (BFE 2016).

RLG. Das Bundesgesetz über Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe (RLG) findet „Anwendung auf Rohrleitungen zur Beförderung von Erdöl, Erdgas oder andere vom Bundesrat bezeichneten flüssigen oder gasförmigen Brenn- oder Treibstoffen sowie auf die dem Betrieb dienenden Einrichtungen wie Pumpen und Speicher“ (Art. 1 Abs. 1 RLG). Das Rohrleitungsgesetz ist anwendbar auf Rohrleitungen, welche die Landesgrenze kreuzen und auf Rohrleitungen, „deren Durchmesser und Betriebsdruck eine vom Bundesrat festzusetzende Grösse überschreiten“ (Art.1 Abs. 2 RLG). Somit ist das Gesetz für die amtliche Vermessung von Bedeutung, da Rohrleitungen Bestandteil der amtlichen Vermessung sind (Art. 6 Abs. 2 VAV).

EleG. Das Bundesgesetz betreffend elektrischer Schwach- und Starkstromanlagen (EleG) definiert die Begriffe Schwachstromanlage und Starkstromanlage (Art. 2 EleG) und regelt das Plangenehmigungsverfahren und die Kontrollen von elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen. Das Elektrizitätsgesetz (EleG) dient als Ausgangslage für die Verordnung über elektrische Leitungen.

LeV. Die Verordnung über elektrische Leitungen (LeV) stützt sich auf das Elektrizitätsgesetz. Es bezweckt „die Vermeidung von Gefahren, die von elektrischen Leitungen ausgehen“ (Art. 1 LeV). Zudem wird die Vermeidung von Gefahren, welche von „der Annäherung, der Parallelführung und der Kreuzung elektrischer Leitungen unter sich, mit anderen Anlagen oder mit Bauten“, angestrebt (Art. 1 LeV).

Für Werkleitungspläne ist Art. 62 relevant. Dieser legt fest, dass die Betriebsinhaber von Elektrizitätsnetzen die „Lage und die Verlegungsart ihrer Kabelleitungen“ dokumentieren müssen und dass die Leitungen jederzeit ortbar sein müssen (Art. 62 Abs. 1 LeV). Unterlagen in Bezug auf die Leitungen sind „bis zu deren Entfernung aufzubewahren“ (Art. 62 Abs. 2 LeV). Des Weiteren müssen die Betriebsinhaber berechtigten Personen auf Anfrage die Lage und die Verlegungsart ihrer Kabelleitungen bekannt geben (Art. 62 Abs. 3 LeV).

GSchG / GSchV. Das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) und die Gewässerschutzverordnung (GSchV) „soll ober- und unterirdische Gewässer von nachteiligen Einwirkungen schützen und deren nachhaltige Nutzung ermöglichen“ (Art. 1 GeolV).

In Bezug auf Ver- und Entsorgungsleitungen kommen das Gewässerschutzgesetz und die Gewässerschutzverordnung insbesondere beim Medium Abwasser zum Tragen. Art. 7 Abs. 3 des Gewässerschutzgesetzes legt fest, dass die Kantone für eine „kommunale und, soweit notwendig, regionale

Entwässerungsplanung“ sorgen. Zudem definieren Art. 4 und Art. 5 der Gewässerschutzverordnung, wann eine regionale Entwässerungsplanung (REP) und wann auf kommunaler Ebene eine generelle Entwässerungsplanung (GEP) gemacht werden muss. Ausserdem wird definiert, was in einem REP und was in einem GEP festgelegt werden muss.

Für den Werkleitungskataster wie auch für den Leitungskataster sind der GEP sowie der REP insofern von Bedeutung, als dass sie Einfluss darauf haben, was in einem Abwasserkataster mit welcher Informationstiefe erfasst werden muss.

2.2.2 Kanton

Diverse Kantone haben auf Basis des Geoinformationsgesetzes (GeoIG) des Bundes den Leitungskataster in ihr kantonales Geoinformationsgesetz aufgenommen oder eine separate Verordnung erlassen. Kantone, welche den Leitungskataster in ihre gesetzlichen Bestimmungen aufgenommen haben, schaffen innerhalb des Kantons eine rechtliche Grundlage für die einheitliche Erstellung eines Leitungskatasters. Dies ermöglicht den vereinfachten Austausch von Leitungsinformationen.

In Tab. 2.2 wird aufgeführt, welche Kantone in welcher Form das Thema Leitungskataster in ihrem Geoinformationsgesetz verankert oder eine separate Verordnung für den Leitungskataster verabschiedet haben.

Tab. 2.2: Gesetzliche Bestimmungen betreffend Leitungskataster pro Kanton

Quelle: Eigene Zusammenstellung 2018

Kanton	Gesetz / Verordnung
Aargau	-
Appenzell Ausserrhodon	Kantonales Geoinformationsgesetz kGeoIG (bGS 723.1) vom 26.03.2012 (Stand 01.11.2012) Art. 20
Appenzell Innerrhodon	Geodatengesetz GeoDG (GS 211.600) vom 1. Mai 2011 Art. 15
Basel-Landschaft	Verordnung über den Leitungskataster LKV (SGS 489.11) vom 27.04.2010 (Stand 01.07.2010)
Basel-Stadt	Geoinformationsgesetz KGeoIG (SG 214.300) vom 16.11.2011 (Stand 01.09.2012) § 23
Bern	Verordnung über den Leitungskataster VLK (BSG 215.341.5) vom 11.11.2015 (Stand 01.01.2016)
Freiburg	-
Genf	-

Glarus	-
Graubünden	Kantonales Geoinformationsgesetz KGeoIG (BR 217.300) vom 17.06.2011 (Stand 01.06.2016) Art. 39
Jura	-
Luzern	-
Neuenburg	-
Nidwalden	-
Obwalden	-
Schaffhausen	Kantonales Geoinformationsgesetz kGeoIG (SHR 211.500) vom 2. Juli 2012 Art. 10
Schwyz	-
Solothurn	Geoinformationsgesetz GeoIG (BSG 711.27) Vom 03.07.2013 (Stand 01.04.2014) §11
St. Gallen	-
Tessin	-
Thurgau	Gesetz über Geoinformation (RB 211.441) vom 29.06.2011 (Stand 01.01.2012) §26
Uri	-
Waadt	-
Wallis	-
Zug	-
Zürich	Kantonales Geoinformationsgesetz KGeoIG (LS 704.1) vom 24.10.2011 (Stand 01.11.2012) §19

Kanton Aargau. Neben den in Tab. 2.2 genannten gesetzlichen Bestimmungen ist es auch möglich, dass Kantone, welche den Leitungskataster nicht explizit vorschreiben, trotzdem gewisse gesetzliche Bestimmungen in Bezug auf die Führung eines Katasters definieren. So auch der Kanton Aar-

gau. § 22 des Einführungsgesetzes zur Bundesgesetzgebung über den Schutz von Umwelt und Gewässern (EG UWR) verlangt, dass alle Gemeinden im Kanton einen Abwasserkataster über alle öffentlichen und privaten Abwasseranlagen führen.

2.3 Normen, Richtlinien und Empfehlungen

In der Schweiz gibt es verschiedene Fachverbände, welche Normen, Richtlinien und Empfehlungen für das jeweilige Fachgebiet verfassen und veröffentlichen. Diese Normen, Richtlinien und Empfehlungen haben zum Ziel einen Erfassungsstandard zu schaffen, um so den Austausch von Informationen und Daten zu vereinfachen. Gemäss Art. 4 Abs. 2 GeolG werden Normen, Richtlinien und Empfehlungen zudem rechtlich relevant, da „international und national anerkannte Normen für Geodaten [...] soweit möglich und fachlich sinnvoll zu berücksichtigen“ sind.

In den folgenden Unterkapiteln werden Normen, Richtlinien und Empfehlungen, welche für die vorliegende Arbeit von Bedeutung sind, beschrieben. Diese Normen, Richtlinien und Empfehlungen haben einen grossen Einfluss darauf, was in welcher Form in einer Werkleitungsdatenbank dokumentiert und nachgeführt werden muss.

2.3.1 Schweizerischer Ingenieur- und Architekturverein

In der Schweiz sind die Normen des SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein) massgebend für die Dokumentation von Ver- und Entsorgungsleitungen.

SIA 405. Die Norm SIA 405 behandelt das Thema „Geodaten zu Ver- und Entsorgungsleitungen“. In erster Linie regelt die Norm die Modellierung der Daten sowie die verschiedenen Aspekte der Datenbewirtschaftung. Sie legt die „Minimalanforderungen zur GIS-gestützten Dokumentation von öffentlichen und privaten Leitungen sowie den dazugehörigen Anlagen fest“ (SIA 405, S. 5). Zusammen mit den Merkblättern SIA 2015 und SIA 2016 schafft die SIA 405 die Grundlage zur Erstellung eines Leitungskatasters aus den Werkinformationen.

Für die **Datenerhebung** wird festgelegt, dass die Werkleitungseigentümer verpflichtet sind, „neu verlegte und baulich veränderte Leitungen bei offenen Gräben und Baugruben in hinreichender Genauigkeit“ – in der Regel wird eine Genauigkeit von ± 10 cm gefordert – „auf Basis der Georeferenzdaten der amtlichen Vermessung einzumessen“ (SIA 405, S. 16). Diese Verpflichtung wird durch Art. 1 Abs. 2 VAV in den gesetzlichen Kontext gesetzt.

Zur **Datennachführung** gehört die „lückenlose Dokumentation und Erfassung von Veränderungen“ an Geometrie- und Sachinformationen, diesbezüglich muss der Werkleitungseigentümer für eine „zweckmässige Nachführungsorganisation“ und ein „zuverlässiges Meldewesen“ sorgen. Des Weiteren ist die Aktualität der Werkleitungsdaten durch den Werkeigentümer sicherzustellen (SIA 405, S. 6).

Im Zusammenhang mit der **Datenqualität** legt die SIA 405 (S. 16-17) fest, was Qualitätsmerkmale in Bezug auf die Geodaten zu Ver- und Entsorgungsleitungen sind und was eine Qualitätsprüfung beinhalten kann. Qualitätsmerkmale sind:

- Vollständigkeit
- Aktualität
- Logische Konsistenz
- Thematische Genauigkeit

Daraus lassen sich mögliche Qualitätsprüfungen ableiten. Zum Beispiel soll geprüft werden, ob die im Datenmodell verlangten Beziehungen zwischen den Objekten vorhanden sind oder ob Wertebereiche eingehalten werden (SIA 405, S. 17).

Beim **Datenaustausch** ist zu beachten, dass der „Dateninhalt für die einzelnen Medien und den Leitungskataster in Merkblatt SIA 2015 verbindlich“ geregelt ist (SIA 405, S. 18). Zudem legt die SIA 405 (S. 18) fest, dass der Datenaustausch gemäss den in Merkblatt SIA 2016 beschriebenen „INTERLIS Datenmodellen im INTERLIS Transferformat“ erfolgen muss. Die in Merkblatt 2016 festgelegten Spezifikationen bezüglich Datenaustausch und Datenabgabe sind verbindlich.

Merkblatt SIA 2015. Das Merkblatt SIA 2015 „Objekt- und Darstellungskataloge zu Ver- und Entsorgungsleitungen“ beinhaltet die detaillierte Beschreibung der Objektklassen der einzelnen Medien und ist eine Ergänzung zur Norm SIA 405. Das Merkblatt SIA 2015 legt die Pflichtattribute auf Stufe Werkinformation und auf Stufe Leitungskataster fest. Zudem wird definiert, wie die einzelnen Medien bei einer Leitungskatasterauskunft visualisiert werden müssen. In den folgenden Abschnitten wird auf die einzelnen Medien und auf die gemäss Merkblatt SIA 2015 vorgeschriebenen Objektklassen eingegangen. Relevante Objektklassen, im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit, werden in den Kapiteln 2.3.2 bis 2.3.5 beschrieben, wo die Richtlinien und Empfehlungen der einzelnen Fachverbände thematisiert werden.

Um die Aktualität und die Zuständigkeit bei einem Datenaustausch festzuhalten, verlangt das Merkblatt SIA 2015 drei Pflichtattribute, welche zu den Metadaten gezählt werden und für alle Medien Gültigkeit haben. Die Metadaten werden sowohl auf Stufe Werkinformation als auch auf Stufe Leitungskataster verlangt. Metadaten gemäss Merkblatt SIA 2015 (S. 8-7) sind:

- Datenherr – Eigentümer der Daten
- Datenlieferant – Ersteller des Austauschdatensatzes
- Letzte Änderung – Letzte Änderung des Datensatzes

Das **Medium Abwasser** (SIA 2015, S. 21-63) wird sowohl auf Ebene des Leitungskatasters als auch auf der Ebene der Werkinformation beschrieben. In Abb. 2.4 sind alle Objektklassen aufgeführt, welche für den Werkleitungskataster berücksichtigt werden müssen. Grau eingefärbt sind jene Objektklassen, welche zudem für den Leitungskataster relevant sind.

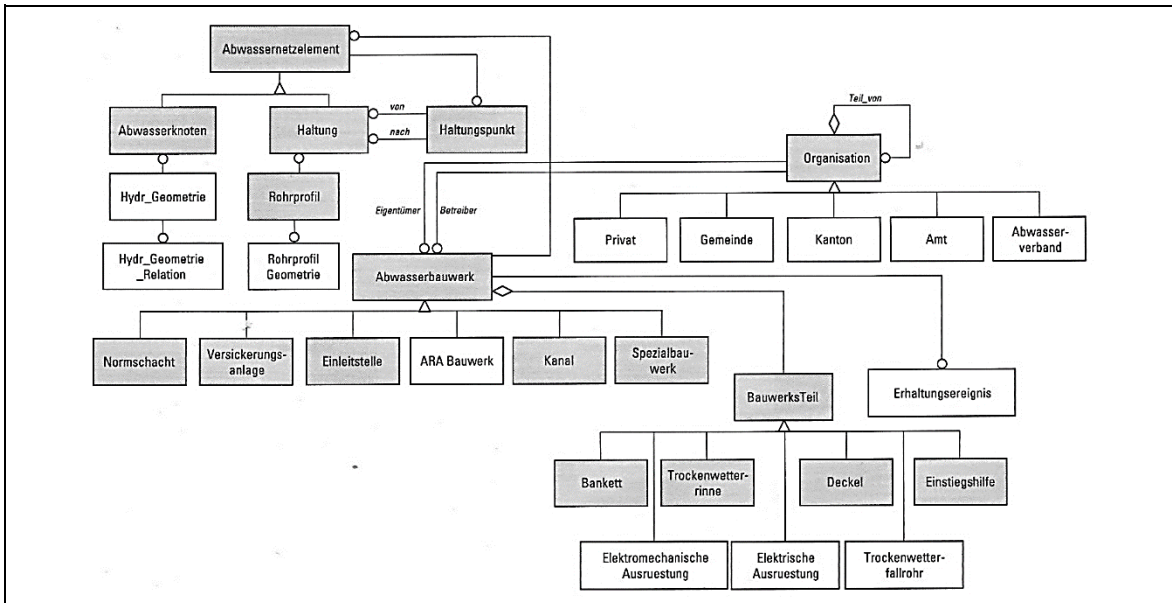


Abb. 2.4: Objektdiagramm Abwasser

Quelle: SIA 2015 (S. 21)

Im Vergleich zu den anderen Medien (vgl. Abb. 2.5 bis Abb. 2.8) ist die Anforderung an den Leitungskataster grösser, denn es gelten für den Leitungskataster dieselben Attribute wie für den Werkleitungskataster. Gewisse Informationen sind zwar optional, allerdings im Datenmodell des Leitungskatasters Abwasser trotzdem berücksichtigt.

Der Objektkatalog für das **Medium Gas** (SIA 2015, S. 64-87) beschreibt die Stufe der Werkinformation. Objektklassen und Attribute, welche für den Leitungskataster zwingend erfasst werden müssen, sind im Merkblatt SIA 2015 hervorgehoben. Abb. 2.5 zeigt alle Objektklassen, welche für den Werkleitungskataster von Bedeutung sind. Die Punktobjektklassen können unter dem Begriff Leitungsknoten zusammengefasst werden. Alle im Objektdiagramm Gas abgebildeten Objektklassen sind auch für den Leitungskataster relevant, wobei die Anzahl der zu berücksichtigenden Attribute geringer ist als beim Werkleitungskataster.

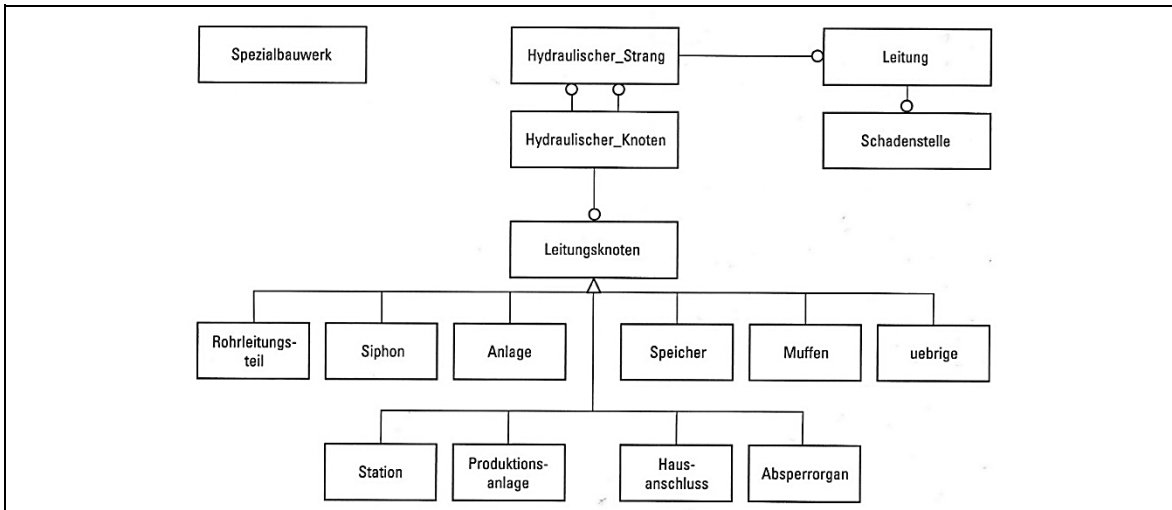


Abb. 2.5: Objektdiagramm Gas

Quelle: SIA 2015 (S. 64)

Die SIA 2015 beschreibt das **Medium Wasser** (SIA 2015, S. 88-115) auf Ebene der Werkinformation. Objekte und Attribute, welche Bestandteil eines Leitungskatasters sein müssen, sind im Merkblatt SIA 2015 hervorgehoben. Das Objektdiagramm (vgl. Abb. 2.6) zeigt alle Objektklassen, welche für den Werkleitungskataster relevant sind. Die verschiedenen Punktobjekte werden unter dem Begriff Leitungsknoten zusammengefasst. Für den Leitungskataster sind alle in Abb. 2.6 ersichtlichen Objektklassen zu berücksichtigen. Der Umfang an relevanten Attributen ist im Vergleich zu den Werkinformationen allerdings geringer.

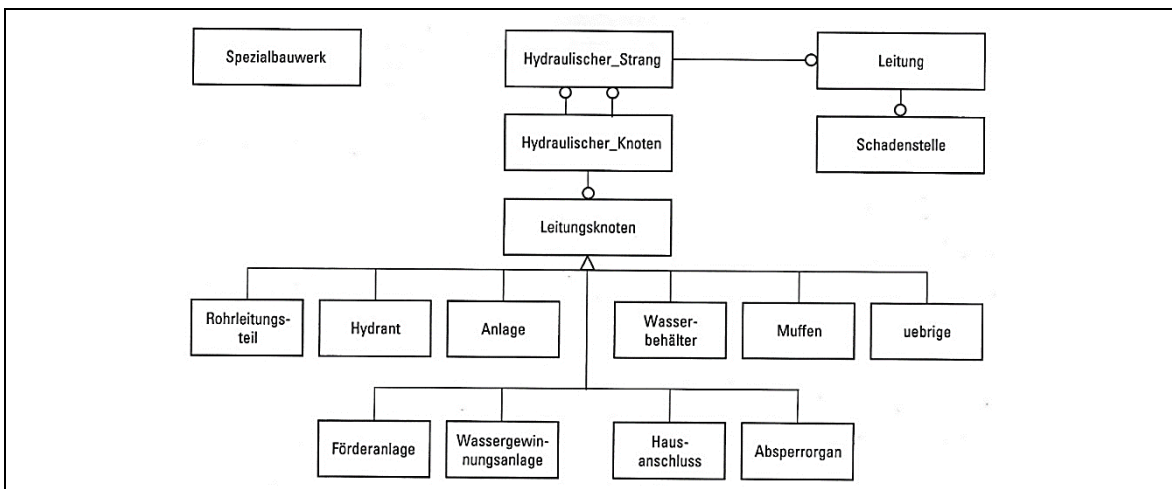


Abb. 2.6: Objektdiagramm Wasser

Quelle: SIA 2015 (S. 88)

Der Objektkatalog für das **Medium Fernwärme** (SIA 2015, S. 116-138) definiert Objektklassen und Attribute auf Stufe der Werkinformation. Leitungskatasterrelevante Objekte und Attribute sind im Merkblatt SIA 2015 speziell markiert. Abb. 2.7 zeigt alle Objektklassen, welche für den Werkleitungskataster relevant sind. Diese sind auch in der Richtlinie des Verbandes Fernwärme Schweiz (vgl. Kapitel 2.3.3) festgehalten. Im Vergleich zum Werkleitungskataster sind für den Leitungskataster gemäss Merkblatt SIA 2015 nur die drei Objektklassen Bauwerk, Trasse und Trassepunkt relevant.

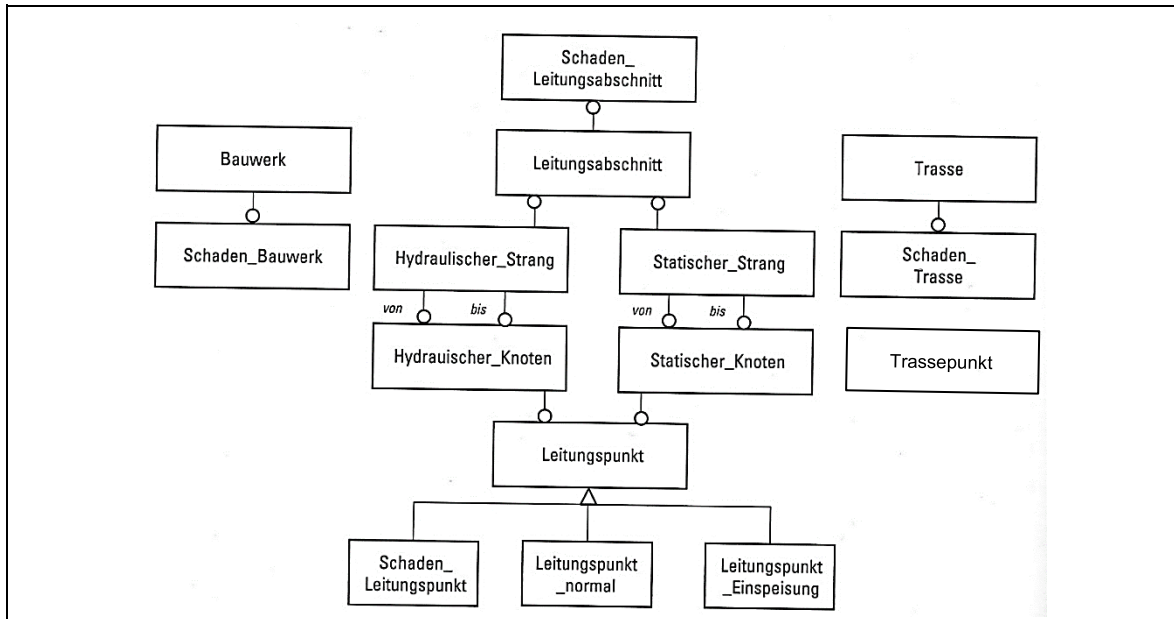


Abb. 2.7: Objektdiagramm Fernwärme

Quelle: SIA 2015 (S. 116)

(Im Objektdiagramm wurde die Objektklasse Trassepunkt ergänzt, da diese im Objektkatalog beschrieben wird, im Diagramm aber fehlt.)

Im Merkblatt SIA 2015 wird das Datenmodell für das **Medium Elektrizität** (SIA 2015, S. 139-147) nur auf Ebene des Leitungskatasters beschrieben. Im Datenmodell für den Leitungskataster werden, abgesehen von den öffentlichen Verbrauchern, nur bauliche Objekte berücksichtigt. Dies umfasst nur Objekte, welche selbst nicht stromführend sind (vgl. Abb. 2.8).

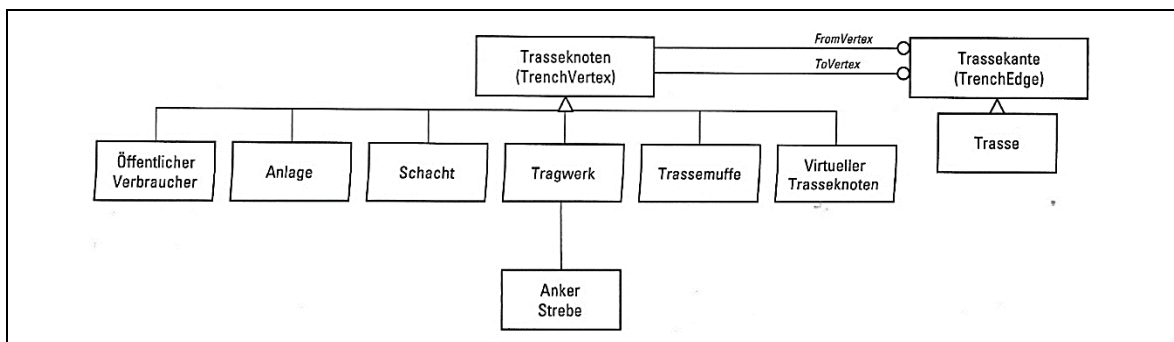


Abb. 2.8: Objektdiagramm Elektrizität

Quelle: SIA 2015 (S. 139)

Merkblatt SIA 2016. Das Merkblatt SIA 2016 „Datenmodelle zu Ver- und Entsorgungsleitungen“ ist eine Ergänzung zur Norm SIA 405 und dem Merkblatt SIA 2015. Es beinhaltet die UML-Klassendiagramme zu den einzelnen Medien (SIA 2016, S. 9-14) sowie Erläuterungen zu den INTERLIS-Datenmodellen und den DXF-Datenreferenzmodellen. Da bei einem DXF-Datenaustausch Informationen verloren gehen, ist der Datenaustausch im INTERLIS-Transferformat dem DXF-Datenaustausch vorzuziehen, wenn die „volle Informationstiefe übertragen“ werden soll (SIA 2016, S. 21).

2.3.2 Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute

Der Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) ist massgebend für die Standardisierung des Datenmodells im Bereich Abwasser. Um die Datenstruktur zu vereinheitlichen und so den Austausch von Daten zu vereinfachen, hat die Eawag – ein Wasserforschungsinstitut – zusammen mit der VSA und mit Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt 1999 die Richtlinie zur Daten-Struktur-Siedlungsentwässerung (DSS) geschaffen. Die VSA-DSS legt das Datenmodell für den Datenaustausch fest und liefert Begriffsdefinitionen, um Unklarheiten zu beseitigen. Seit 1999 wurde die VSA-DSS laufend angepasst und erweitert. 2013 wurde die „Wegleitung GEP“ herausgegeben, welche VSA-DSS insofern ergänzt, als dass sie Themen des VSA-DSS vertieft beschreibt und konkrete Umsetzungsbeispiele aufzeigt.

Heute gibt es ergänzend zur VSA-DSS ein Datenmodell zur optischen Inspektion von Abwasseranlagen, welches unter dem Namen VSA-KEK bekannt ist, sowie das Datenmodell VSA-DSS-Mini, welches eine Vereinfachung des VSA-DSS Datenmodells ist (vgl. VSA 2014b, S. 7).

Als Standardaustauschformat ist INTERLIS 2 festgelegt, wobei INTERLIS 1 auch möglich ist. Die drei genannten Datenmodelle legen die Objektklassen, die Attribute und deren Datentypen fest sowie die möglichen Werte für bestimmte Attribute. Das Modell VSA-DSS ist sehr umfangreich, legt aber nur zwei Pflichtattribute fest (vgl. VSA 2014a, S. 12), da der Datenherr bestimmen soll welche Attribute für den Datenaustausch notwendig sind. Der VSA legt folgende Pflichtattribute fest:

- OBJ_ID – gilt für alle Objektklassen
- Bezeichnung – gilt für Objekte, welche bezeichnet werden sollen (z.B. Normschacht, Kanal)

Für die Abbildung eines Abwassernetzes sind Abwasserbauwerke und Abwassernetzelemente von zentraler Bedeutung.

Abwasserbauwerk. Zu den Abwasserbauwerken gehören Normschächte, Spezialbauwerke, Kanäle, Versickerungsanlagen und Vorflutereinläufe (VSA 2018a). „Der **Kanal** ist eine bauliche Einheit, die hydraulisch durch eine oder mehrere Haltungen abgebildet werden kann“ und dient der „Ableitung von Abwasser zwischen zwei Abwasserbauwerken“ (VSA 2018d).

Abwassernetzelement. Die beiden Objektklassen Haltung und Abwasserknoten werden als Abwassernetzelemente bezeichnet und geben den „hydraulischen Sachverhalt eines Kanalnetzes“ wieder (VSA 1999, S 12). „Die **Haltung** bezeichnet eine hydraulische Einheit, welche Abwasser zwischen zwei Abwasserknoten transportiert“ (VSA 2018c). Der **Abwasserknoten** ist die Verbindung (z.B. Materialwechsel) zwischen zwei Haltungen und der hydraulische Bezugspunkt zu einem Abwasserbauwerk (VSA 2018b).

2.3.3 Verband Fernwärme Schweiz

Der Verband Fernwärme Schweiz (VFS) hat 2005 eine Empfehlung in Bezug auf geografische Informationssysteme für Werkdaten und Pläne herausgegeben. Das darin abgebildete Datenmodell ist auf Stufe Werkinformation definiert. Pro Objektklasse werden Attribute, Datentypen und Werteberei-

che festgelegt. Als Standarddatenaustauschformat wird INTERLIS festgelegt, wobei sowohl INTERLIS 1 als auch INTERLIS 2 möglich sind. Die INTERLIS-Datenmodelle sind sowohl für Werkinformationen als auch für den Leitungskataster festgeschrieben.

- INTERLIS-Datenmodell Werkinformation: FS_Fernwaerme
- INTERLIS-Datenmodell Leitungskataster: FS_Fernwaereme_LK

Für Werke bedeutet dies, dass zumindest jene Objekte, welche für den Leitungskataster relevant sind, in ihrem digitalen Fernwärmekataster abgebildet sein sollten. Die wichtigsten Objektklassen für den Werkleitungskataster in Bezug auf die vorliegende Arbeit werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

Leitungsabschnitt. Ein Leitungsabschnitt verläuft von Leitungspunkt zu Leitungspunkt. Im Rahmen der Werkinformation definiert der VFS 20 Pflichtattribute (VFS 2005, S. 67-68):

- Geometrie
- Lagebestimmung
- Status (z.B. in Betrieb)
- Funktion (z.B. Anschlussleitung)
- Leitungsart (Vor- oder Rücklauf)
- Medium (z.B. Heisswasser)
- Temperatur
- Nenndruck
- Betriebsdruck
- Isolationsstärke
- Isolationsart (z.B. Steinwolle)
- Ummantelung (z.B. PVC)
- Durchmesser innen
- Durchmesser aussen
- Länge abgewinkelt
- Länge berechnet
- Rohrfabrikat
- Rohrqualität (z.B. Stahl 35)
- Einbaujahr
- Letzte Änderung

Leitungspunkt. Zu den Leitungspunkten werden die beiden Objektklassen Leitungspunkt_normal und Leitungspunkt_Einspeisung gezählt. Für den Leitungspunkt legt die VFS vier Pflichtattribute fest (S. 69), welche auch für die beiden untergeordneten Objektklassen gelten:

- Geometrie
- Lagebestimmung
- Symbol Orientierung
- Letzte Änderung

Zur Objektklasse **Leitungspunkt_normal** zählen unter anderem Armaturen, Formstücke und Einbauteile. Auch Schweißnähte und Fixpunkte gehören in diese Klasse. Zusätzlich zu den Pflichtattributen, welche beim Leitungspunkt bereits genannt wurden, werden drei weitere Attribute beim Leitungspunkt_normal verlangt (VFS 2005, S. 69-70):

- Art (z.B. Schieber mit Motor)
- Armaturenstellung (z.B. offen)
- Material (z.B. Stahl)

Die Objektklasse **Leitungspunkt_Einspeisung** beinhaltet Hausübergabestationen, Netzeinspeisungen und Netzübergabepunkte. Es werden folgende Attribute als Pflichtattribute definiert (VFS 2005, S. 70):

- Art (z.B. Netzeinspeisung)
- Leistung abonniert
- Leistung installiert
- Blendenwert
- Q abonniert
- Kategorie (z.B. EHF)
- Inbetriebsetzung
- Umbau
- Druck
- Vorlauftemperatur
- Rücklauftemperatur
- Geheiztes Volumen
- Wärmeleistung
- Leistung

Bauwerk. Zu den Bauwerken zählen unter anderem Kontrollkammern, Druckreduzierungsstationen und Entlüftungskammern. Einem Bauwerk können Flächen (Bauwerk_Flaeche) und / oder Linien (Bauwerk_Linie) zugewiesen werden. Für jedes Bauwerk müssen die folgenden Pflichtattribute (VFS 2005, S. 70) geführt werden:

- Bauunternehmung
- Schemahinweis
- Dokumentation
- Auftrag
- KKS
- Letzte Änderung

Wird dem Bauwerk eine Fläche zugewiesen, werden durch die Objektklasse **Bauwerk_Flaeche** 12 weitere Pflichtattribute festgelegt (VFS 2005, S. 71):

- Geometrie
- Lagebestimmung (z.B. genau)
- Status (z.B. in Betrieb)
- Art (z.B. Kontrollkammer)
- Bauwerküberdeckung
- Entlüftung (z.B. mechanisch)
- Abflusstyp (z.B. Sickerloch)
- Gittertyp (z.B. mit Entleerung)
- Entwässerungspumpe (z.B. mobile)
- Stromanschluss (z.B. ja)
- Zustand (z.B. gut)
- Letzter Unterhalt

Bei einer Linie bekommt das Bauwerk durch die Objektklasse **Bauwerk_Linie** die folgenden zusätzlichen Pflichtattribute (VFS 2005, S. 71):

- Geometrie
- Lagebestimmung (z.B. genau)
- Status (z.B. in Betrieb)

2.3.4 Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Der Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) definiert Richtlinien für die digitale Dokumentation von Elektrizitätsnetzen auf Stufe der Werkinformation. Einerseits definiert der VSE die einzelnen Objektklassen für das Datenmodell Elektrizität, andererseits legt er Pflichtattribute auf Stufe Werkinformation fest.

Als Austauschformat definiert der VSE das INTERLIS-Datenmodell VSEStromModel (VSE 2016, S. 13). In diesem Zusammenhang legt der VSE fest, dass jedes Objekt eine sogenannte VSEID erhält, welche die eindeutige Identifikation eines Objektes gewährleisten soll.

In den folgenden Abschnitten werden verschiedene Objektklassen vorgestellt, welche für das Verständnis der in der vorliegenden Arbeit thematisierten Werkleitungsobjekte als relevant erachtet werden.

Beleuchtung. Die Beleuchtung ist eine „lichtspendende Anlage“ (VSE 2016, S. 41), welche sich aus mehreren Komponenten zusammensetzt. In diesem Zusammenhang wird oft auch von Kandelabern gesprochen. Als Kandelaber wird der Mast einer Strassenbeleuchtung bezeichnet (vgl. Abb. 2.9). Die Beleuchtung kann eine oder mehrere Leuchten besitzen. Eine Leuchte wiederum kann mit einer oder mehreren Lampen versehen sein. Im Gegensatz zur Objektklasse Beleuchtung müssen die Objektklassen Leuchte und Lampe nicht zwingend verwendet werden.

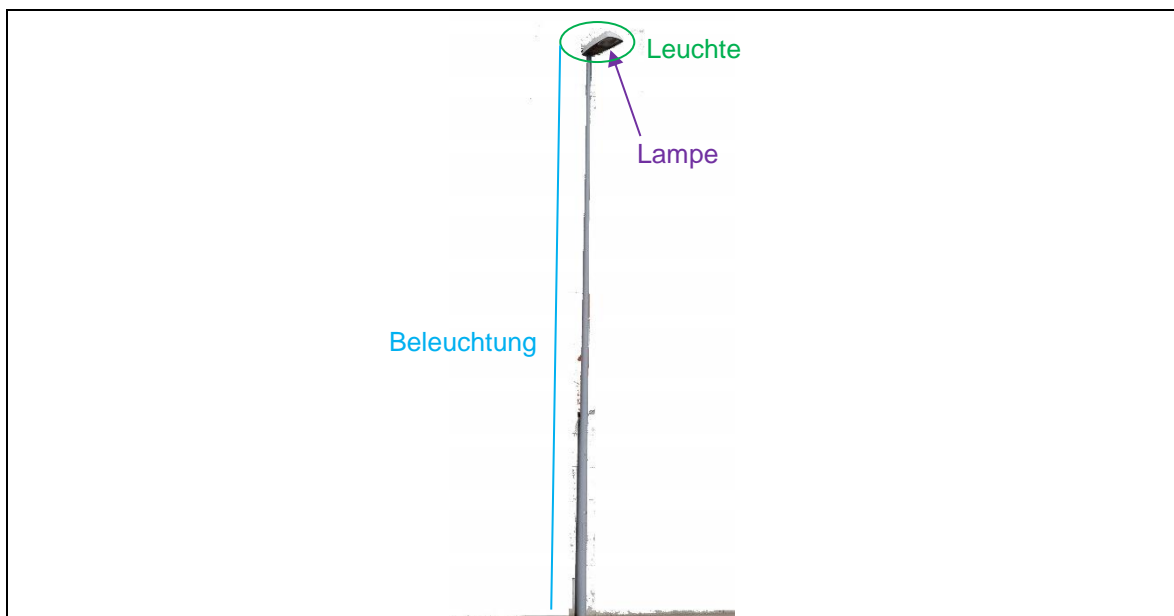


Abb. 2.9: Komponenten eines Stehkandelabers

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Eine Seilhängerleuchte hat keinen Mast und setzt sich aus Leuchte und Lampe zusammen, wobei auch dieser Beleuchtungstyp aus den Objektklassen Beleuchtung, Leuchte und Lampe zusammensetzt (vgl. Abb. 2.10). Die Objektklasse Beleuchtung speichert die Geometrie des Objektes.

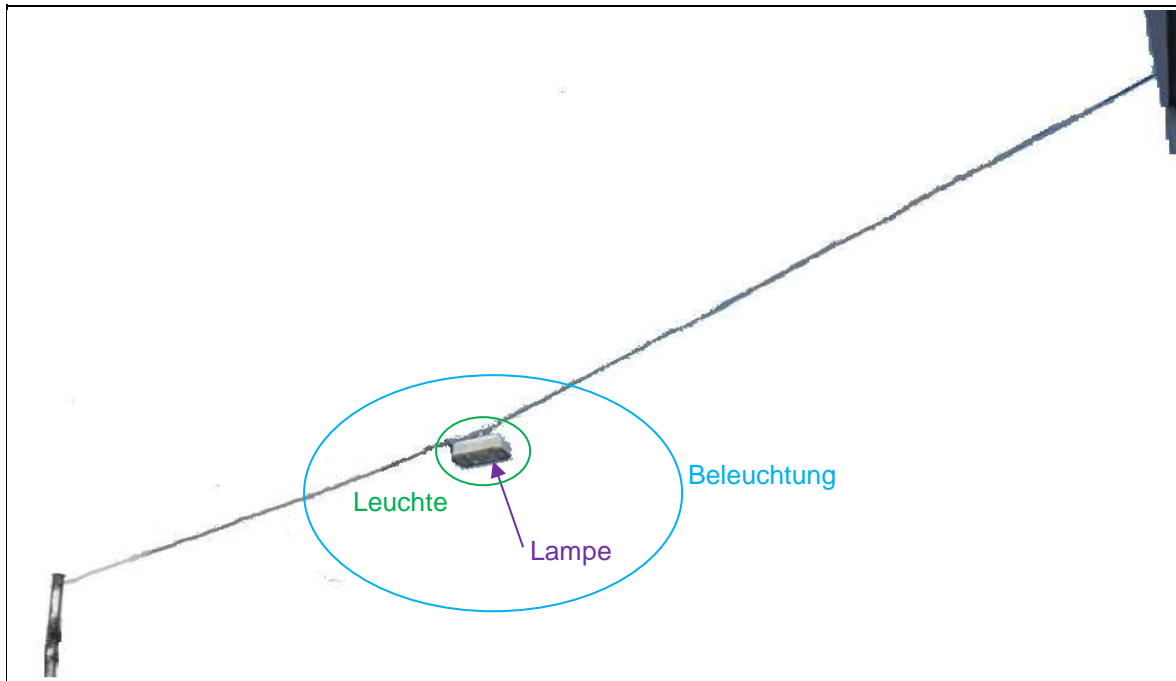


Abb. 2.10: Komponenten einer Seilhängerleuchte

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Pflichtattribute **Beleuchtung** gemäss VSE (2016, S. 91-92) sind:

- VSEID – eindeutiger Identifikator
- Status – baulicher Zustand des Objektes (z.B. projektiert, provisorisch)
- Betriebsstatus – betrieblicher Zustand des Objektes (z.B. in Betrieb, ausser Betrieb)
- Betriebsspannung – Spannungsebene (z.B. V400, V1000)
- Art – bauliche Ausführung (z.B. Stehkandelaber, Bogenkandelaber)
- Befestigung – Art der Befestigung (z.B. freistehend, Beleuchtungsmast)
- Darstellung – normierte Darstellungsart (z.B. einflammig, dreiflammig)

Pflichtattribute **Leuchte** gemäss VSE (2016, S. 101) sind:

- VSEID – eindeutiger Identifikator
- Status – baulicher Zustand des Objektes (z.B. projektiert, provisorisch)
- Betriebsstatus – betrieblicher Zustand des Objektes (z.B. in Betrieb, ausser Betrieb)
- Nennspannung – Spannungsebene (z.B. V400, V1000)

Pflichtattribute **Lampe** gemäss VSE (2016, S. 101- 102) sind:

- VSEID – eindeutiger Identifikator
- Status – baulicher Zustand des Objektes (z.B. projektiert, provisorisch)

- Betriebsstatus – betrieblicher Zustand des Objektes (z.B. in Betrieb, ausser Betrieb)
- Schaltung – Art wie eine Lampe geschaltet wird (z.B. ganznchtig, halbnchtig)
- Nennspannung – Spannungsebene (z.B. V400, V1000)
- Bauweise – Bauweise der Lampe (z.B. Quecksilberdampf, Sparlampe)

Kabine. Eine Kabine dient der Feinverteilung der elektrischen Energie (VSE 2016, S. 99). Der VSE definiert folgende Attribute als Pflichtattribute in einem Werkleitungskataster:

- VSEID – eindeutiger Identifikator
- Status – baulicher Zustand des Objektes (z.B. projektiert, provisorisch)
- Betriebsstatus – betrieblicher Zustand des Objektes (z.B. in Betrieb, ausser Betrieb)
- Art – betriebliche Art der Kabine (z.B. Verteilkabine, Trennkabine)
- Bauweise – Bauweise einer Kabine (z.B. Nischeneinbau, Freistehend)

Station. Zu den Stationen gehören unter anderem die Trafostationen. Eine Station dient in der Regel zur Transformation einer Spannungsebene in eine andere oder zur Verteilung der elektrischen Energie. Folgende Pflichtattribute werden von dem VSE festgelegt (VSE 2016, S. 104-105):

- VSEID – eindeutiger Identifikator
- Status – baulicher Zustand des Objektes (z.B. projektiert, provisorisch)
- Betriebsstatus – betrieblicher Zustand des Objektes (z.B. in Betrieb, ausser Betrieb)
- Art – elektrische Funktion einer Anlage (z.B. Trafostation, Messstation)
- Bauweise – bauliche Ausführung einer Station (z.B. Maststation, Gebäude)

2.3.5 Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches

Der Schweizerische Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW) gibt sowohl für den Bereich Gas als auch für den Bereich Wasser umfassende Richtlinien und Empfehlungen heraus. In den folgenden Abschnitten werden die beiden Fachbereiche soweit erläutert, als dass sie für die vorliegende Arbeit von Bedeutung sind.

Gas. Für Gas-Rohrleitungen bis 5 bar gilt die Richtlinie G2 (SVGW 2010, S. 7). Die Richtlinie macht Angaben zur Nachführung von Werkplanen, zur betrieblichen Statusänderung von Gasnetzobjekten und zur Instandhaltung des Gasnetzes.

Gemäss der Richtlinie G2 (SVGW 2010, S. 39) müssen „neu verlegte oder baulich veränderte Leitungen und die dazugehörigen Objekte vor der Eindeckung der Gräben und der Baugrube eingemessen werden“. Es müssen alle Start- und Endpunkte, Schutzrohre, Abzweigungen und Richtungsänderungen aufgenommen werden (SVGW 2010, S. 39). In diesem Zusammenhang ist festgelegt, dass die Änderungen laufend in den Werkleitungsplanen im Massstab 1:200 oder 1:500 nachzuführen sind. Des Weiteren soll ein Übersichtsplan über das Versorgungsgebiet erstellt werden (SVGW 2010, S. 39). Werden Leitungen stillgelegt oder ausser Betrieb genommen, müssen Änderungen am

Gasnetz vorgenommen werden wie zum Beispiel das Verschliessen von Leitungsöffnungen, welche somit auch in den Werkinformationen nachgeführt werden müssen.

Das Datenmodell zur Erfassung der Werkinformationen entspricht, soweit als hier bekannt, jenem des Merkblattes SIA 2015 (S. 64-84). Die beiden Hauptobjektclassen Leitung und Leitungsknoten dienen der Abbildung des Netzes, wobei die Leitungsknoten noch weiter unterteilt werden.

Leitung. Eine Leitung verläuft von Leitungsknoten zu Leitungsknoten. Im Merkblatt SIA 2015 (S. 66-71) werden folgende Pflichtattribute für den Werkleitungskataster festgelegt:

- OID – Objektidentifikation
- Geometrie
- Funktion (z.B. Hauptleitung)
- Material (z.B. Guss)
- Lagebestimmung (z.B. ungenau)
- Status (z.B. in Betrieb)
- Einbaujahr
- Sanierung / Erneuerung (z.B. keine)
- Gasqualität (z.B. Erdgas)
- Länge

Leitungsknoten. Zu den Leitungsknoten gehören Absperrorgane, Siphons, Rohrleitungsteile, Hausanschlüsse, Muffen, Anlagen, Station, Produktionsanlage, Speicher und übrige Leitungsknoten.

Für alle Leitungsknoten gelten die folgenden Pflichtattribute auf Werkinformationsstufe sowie auf Stufe Leitungskataster (SIA 2015, S. 72-73):

- OID – Objektidentifikation
- Geometrie
- Symbol Orientierung
- Lagebestimmung (z.B. ungenau)

Für Absperrorgane, Siphons, Muffen, Anlagen, Stationen, Speicher, Produktionsanlagen und übrige Leitungspunkte wird lediglich ein weiteres Attribut als Pflichtattribut verlangt (SIA 2015, S. 72-83):

- Art – Genauere Spezifikation des Objektes

Zusätzliche Pflichtattribute für Hausanschlüsse gemäss SIA 2015 (S. 78) sind zudem:

- Gebäudeanschluss (z.B. Kunststoff)
- Zuordnung hydraulischer Strang
- Zuordnung hydraulischer Knoten

Wasser. Die SVGW Richtlinie W4 besteht aus fünf Teilen und thematisiert die Planung, Projektierung sowie den Bau, den Betrieb und den Unterhalt von Trinkwasserversorgungssystemen ausserhalb von Gebäuden.

Die SVGW Richtlinie W4 macht klare Aussagen über den Nutzen einer zentralen Datenhaltung in einem Geoinformationssystem (SVGW 2013a, S. 60-61). Genaue Kenntnisse über das Wassernetz

sind sowohl für den Betreiber als auch für den Planer essentiell. Daher soll das „gesamte Rohrnetz vom Wasserwerk bis zu den Hausanschlüssen“ dokumentiert werden (SVGW 2013a, S. 60). Für die SVGW steht fest, dass eine zentrale Datenhaltung und die ständige Aktualisierung des Werkleitungskatasters Widersprüche ausschliessen können und dass das Geoinformationssystem Arbeitsabläufe der Netzplanung und des Netzbetriebes unterstützen kann (SVGW 2013a, S. 60). In diesem Zusammenhang verlangt der SVGW, dass „das Planwerk aktuell, vollständig, richtig und leicht zugänglich“ sein muss (SVGW 2013b, S. 16).

Das Datenmodell zur Erfassung der Werkinformationen entspricht, soweit als hier bekannt, jenem des Merkblattes SIA 2015 (S. 88-111). Die beiden Hauptobjektclassen Leitung und Leitungsknoten dienen der Abbildung des Netzes, wobei die Leitungsknoten noch weiter unterteilt werden.

Leitung. Eine Leitung verläuft zwischen zwei Leitungsknoten. Gemäss Merkblatt SIA 2015 (S.91-96) sind folgende Attribute bei einem Datenaustausch auf Werkleitungsebene zwingend notwendig:

- OID – Objektidentifikation
- Geometrie
- Funktion (z.B. Anschlussleitung)
- Material (z.B. Polyethylen)
- Lagebestimmung (z.B. ungenau)
- Status (z.B. in Betrieb)
- Einbaujahr
- Druckzone
- Sanierung / Erneuerung (z.B. keine)
- Wasserqualität (z.B. Trinkwasser)
- Länge

Leitungsknoten. Zu den Leitungsknoten gehören Absperrorgane, Hydranten, Rohrleitungsteile, Hausanschlüsse, Muffen, Anlagen, Förderanlagen, Wasserbehälter und Wassergewinnungsanlagen.

Für alle Leitungsknoten gelten die folgenden Pflichtattribute auf Werkinformationsstufe sowie auf Stufe Leitungskataster (SIA 2015, S.97-98):

- OID – Objektidentifikation
- Geometrie
- Symbol Orientierung
- Lagebestimmung (z.B. ungenau)

Für Absperrorgane, Hydranten, Muffen, Anlagen, Wassergewinnungsanlage und übrige Leitungspunkte wird lediglich ein weiteres Attribut als Pflichtattribut verlangt (SIA 2015, S. 98-109):

- Art – genauere Spezifikation des Objektes

Zusätzliche Pflichtattribute für Rohrleitungsteile gemäss Merkblatt SIA 2015 (S. 101-103) sind:

- Art (z.B. T-Stück)
- Verbindung (z.B. geschraubt)

Zusätzliche Pflichtattribute für Hausanschlüsse gemäss Merkblatt SIA 2015 (S. 104) sind zudem:

- Gebäudeanschluss (z.B. Stahl)
- Zuordnung hydraulischer Strang
- Zuordnung hydraulischer Knoten

Zusätzliche Pflichtattribute für Förderanlagen gemäss Merkblatt SIA 2015 (S. 107) sind zudem:

- Art (z.B. Pumpwerk)
- Leistung

Zusätzliche Pflichtattribute für Wasserbehälter gemäss Merkblatt SIA 2015 (S. 108) sind zudem:

- Art (z.B. Kammer)
- Überlaufhöhe
- Fassungsvermögen
- Brachwasserreserve
- Löschwasserreserve

2.4 Prozessmanagement

Die Aufgabe des Prozessmanagements ist die „Planung, Steuerung und Kontrolle von inner- und überbetrieblichen Prozessen“ (BECKER & KAHN 2012, S. 8). Im Rahmen eines Prozessmanagements ist es demzufolge wichtig, dass nicht nur eine „neue Sicht auf alte Dinge“ geschaffen wird, sondern auch die „Einführung neuer Organisations- und Managementansätze“ ermöglicht wird (GAIDA 2013a, S. 70). In der Regel sind Prozessabläufe dadurch geprägt, dass verschiedene Akteure involviert sind und dass Schnittstellen zu anderen Prozessabläufen bestehen, was ein vernetztes Management verlangt (vgl. BECKER & KAHN 2012, S. 10).

BECKER & KAHN (2012, S. 6) definieren den Begriff **Prozess** folgendermassen: „Ein Prozess ist die inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Folge von Aktivitäten, die zur Bearbeitung eines betriebswirtschaftlich relevanten Objektes notwendig sind“.

Strukturiert modellierte und beschriebene Prozesse schaffen Transparenz über die Verflechtung von einzelnen Arbeitsschritten und geben den Mitarbeitern die Möglichkeit, Prozessabläufe besser zu verstehen. Wenn die verschiedenen Mitarbeiter Prozesse besser verstehen und nachvollziehen können, kann dies „Innovationspotentiale im Unternehmen freisetzen“ und zu Ideen und Verbesserungen führen (BECKER & KAHN 2012, S. 11). Diese Tatsache hat auch grosse Auswirkung auf das erfolgreiche Arbeiten in Prozessen, da Prozessbeteiligte nicht nur Prozessverantwortliche sind, sondern Mitarbeiter jeder Hierarchiestufe (vgl. GAIDA 2013a, S. 71).

Prozessmanagement beinhaltet immer auch „Veränderung, Fortschritt und Weiterentwicklung“ (GAIDA 2013b, S. 224). In diesem Zusammenhang tauchen rasch die beiden Begriffe Effektivität und Effizienz auf. Die Effektivität und die Effizienz von Prozessen sind im Zusammenhang mit dem Prozessmanagement von zentraler Bedeutung. Ein Unternehmer ist immer daran interessiert, dass die Arbeit so effizient und effektiv wie möglich durchgeführt werden kann. Effektivität beschreibt den

Zustand, in dem *die richtigen Dinge getan* werden, wobei Effizienz bedeutet, dass *Dinge richtig getan* werden. Die Voraussetzung um Effektivität und Effizienz zu erreichen ist die Dinge zu verstehen (GAIDA 2013a, S. 71). Um Prozesse zu verstehen, müssen diese ermittelt, beschrieben und analysiert werden.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Beschreibung und der Analyse der bestehenden Prozesse, welche die Aktualisierung von attributiven Informationen von Werkleitungsobjekten beinhalten. Aus diesem Grund soll neben der Prozessanalyse auch eine Prozessoptimierung durchgeführt werden, wobei letztere die Beschreibung eines prototypischen Prozessflusses zum Ziel hat.

2.4.1 Prozessbeschreibung und Prozessanalyse

Die Prozessanalyse „schafft Transparenz über die betrachteten Prozesse und die beteiligten Organisationseinheiten und legt Schnittstellen zu anderen Prozessen offen“ (BEST & WETH 2010, S. 60). In diesem Sinne ist es für die vorliegende Arbeit von grosser Bedeutung die bestehenden Prozesse zur Aktualisierung von attributiven Informationen in Bezug auf Werkleitungsobjekte zu beschreiben und zu analysieren, sodass eine Grundlage für eine Optimierung und Veränderung geschaffen werden kann.

In der vorliegenden Arbeit wird das Business Process Model and Notation zur Beschreibung der Prozesse in Kapitel 3 verwendet. Aus diesem Grund wird in diesem Kapitel darauf eingegangen, wie die Prozessbeschreibungen zu lesen sind und welche Elemente von BPMN genutzt werden.

Business Process Model and Notation. Das Business Process Model and Notation (BPMN) ist ein Standard der Object Management Group OMG zur graphischen Notation von Geschäftsprozessen (OMG 2018). Die aktuelle Version, welche auch in der vorliegenden Arbeit verwendet wird, ist 2.0. Wie ein einfacher Prozess aussehen kann und welche BPMN-Elemente dafür verwendet werden, wird in Abb. 2.11 aufgezeigt.

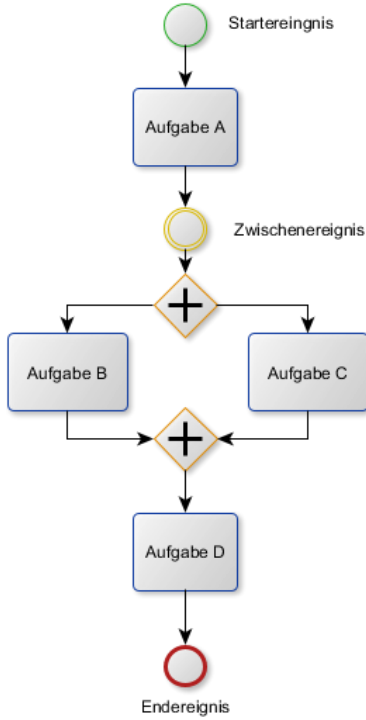
BPMN 2.0	Beschreibung
 <p>The diagram illustrates a simple BPMN process flow. It begins with a green circle labeled 'Startereignis' (Start Event). An arrow points to a rounded rectangle labeled 'Aufgabe A' (Task A). From 'Aufgabe A', an arrow points to a yellow circle labeled 'Zwischenereignis' (Intermediate Event). From this event, two arrows branch out to two rounded rectangles labeled 'Aufgabe B' (Task B) and 'Aufgabe C' (Task C). These two paths converge at a diamond-shaped gateway labeled with a plus sign (+). From this gateway, an arrow points to another rounded rectangle labeled 'Aufgabe D' (Task D). Finally, an arrow points from 'Aufgabe D' to a red circle labeled 'Endereignis' (End Event).</p>	<p>Ereignis (Event):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etwas, das während eines Prozessablaufs passiert • Ereignisse starten, unterbrechen oder beenden einen Prozess <ul style="list-style-type: none"> ○ Startereignis ○ Zwischenereignis ○ Endereignis <p>Aktivität (Activity):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeit, welche bei einem Prozess ausgeführt wird • Arten von Aktivitäten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aufgabe (Task) ○ Teilprozess (Sub-Process) ○ Transaktion (Transaction) <p>Verzweigung (Gateway):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verzweigungen und Zusammenführung von Prozessflüssen <p>Sequenzfluss (Sequence Flow):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zeigt, in welcher Reihenfolge Aktivitäten innerhalb eines Prozesses bearbeitet werden

Abb. 2.11: BPMN – Einfacher Prozess

Quelle: vgl. OMG 2011 (S. 29)

In den folgenden Tabellen (vgl. Abb. 2.12 bis Abb. 2.17) werden die einzelnen BPMN-Elemente, welche für die Beschreibung der Prozesse im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit von Bedeutung sind, beschrieben.


BPMN 2.0 – Task	Beschreibung
	Aufgabe, ohne Aufgabentyp

Abb. 2.12: BPMN – Task

Quelle: vgl. VON ROSING et al. 2015 (S. 432)

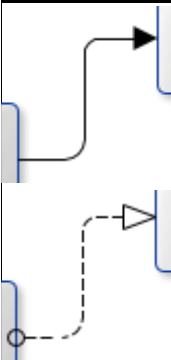
BPMN 2.0 – Flow	Beschreibung
	<p>Sequenzfluss. Ein Sequenzfluss wird durch eine durchgezogene Linie mit einer durchgezogenen Pfeilspitze dargestellt. Er wird verwendet, um die Reihenfolge zu zeigen, in der die Aktivitäten in einem Prozess durchgeführt werden.</p> <p>Nachrichtenfluss. Ein Nachrichtenfluss wird durch eine gestrichelte Linie mit einer offenen Pfeilspitze dargestellt. Er wird verwendet, um den Nachrichtenfluss zwischen zwei separaten Prozessteilnehmern oder Geschäftsrollen zu zeigen.</p>

Abb. 2.13: BPMN – Flow

Quelle: vgl. VON ROSING et al. 2015 (S. 433)









BPMN 2.0 - Events	Beschreibung
	<p>Startereignis: Das Startereignis wird als Kreis mit einer dünnen Rahmenlinie dargestellt.</p>
	<p>Zwischenereignis: Das Zwischenereignis wird als Kreis mit einer doppelten Rahmenlinie dargestellt.</p>
	<p>Endereignis: Das Endereignis wird als Kreis mit einer dicken Rahmenlinie dargestellt.</p>
 	<p>Nachricht empfangen: Dieser Event kann einen Prozess starten oder kann im Laufe eines Prozesses verwendet werden.</p>
 	<p>Nachricht versenden: Eine Nachricht kann während oder am Ende eines Prozesses versendet werden.</p>
	<p>Timer: Das Timer-Ereignis beschreibt einen Zeitpunkt, Zeitspanne oder ein periodisch zeitliches Ereignis.</p>

Abb. 2.14: BPMN – Event

Quelle: vgl. VON ROSING et al. 2015 (S. 436-437)




BPMN 2.0 - Gateways	Beschreibung
	<p>Exklusives Gateway: Bei einer Verzweigung wird der Fluss abhängig von Verzweigungsbedingungen zu genau einer ausgehenden Kante geleitet. Bei einer Zusammenführung wird auf eine der eingehenden Kanten gewartet, um den ausgehenden Fluss zu aktivieren. Das Symbol kann mit oder ohne X verwendet werden.</p>
	<p>Inklusives Gateway: Das inklusive Gateway ist eine OR-Bedingung. Je nach Bedingung werden eine oder mehrere ausgehende Kanten aktiviert. Mindestens eine Kante muss gewählt werden.</p>
	<p>Paralleles Gateway: Das parallele Gateway ist eine AND-Bedingung. Wenn ein Prozessfluss aufgeteilt wird, werden alle Kanten miteinander aktiviert. Der Prozessfluss kann erst weiterlaufen, wenn alle Kanten abgeschlossen wurden.</p>

Abb. 2.15: BPMN – Gateways

Quelle: vgl. VON ROSING et al. 2015 (S. 438-439)


BPMN 2.0 – Data Object	Beschreibung
	<p>Datenobjekt: Das Datenobjekt steht für die Daten, welche für die Ein- und Ausgabe einer Aktivität verwendet werden. Das Datenobjekt kann ein einzelnes Objekt oder eine Sammlung von Objekten darstellen.</p>

Abb. 2.16: BPMN – Data Object

Quelle: vgl. VON ROSING et al. 2015 (S. 434)

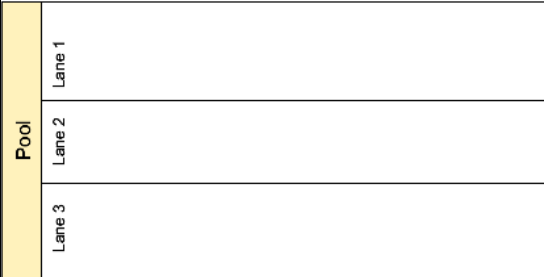
BPMN 2.0 – Pool and Lane	Beschreibung
	<p>Pool: Ein Pool ist die grafische Darstellung eines Teilnehmers einer Zusammenarbeit (z.B. eine Firma).</p> <p>Lane: Eine Lane unterteilt einen Prozess.</p>

Abb. 2.17: BPMN – Pool and Lane

Quelle: vgl. OMG 2011 (S. 112)

2.4.3 Prozessoptimierung

Prozessoptimierung bedeutet, dass Prozesse in ihrer Effektivität und in ihrer Effizienz gesteigert werden sollen (vgl. GAIDA 2013a, S. 71). Die Prozessoptimierung beinhaltet aber nicht nur eine einfache Verbesserung, sondern eine Umstrukturierung eines oder mehrerer Prozesse. BEST UND WETH (2010, S. 117) sprechen in diesem Zusammenhang von einem „Redesign“. Auf der einen Seite verlangt eine Prozessoptimierung Kreativität, auf der anderen Seite müssen gewisse Rahmenbedingungen (z.B. gesetzliche Bestimmungen) berücksichtigt und eingehalten werden. Des Weiteren darf das Vorgehen bei einem Redesign „nicht chaotisch sein und die daraus resultierenden Prozesse müssen praktikabel sein“ (BEST & WETH 2010, S. 117).

Soll eine Prozessoptimierung gemacht werden, darf sich diese nicht an Organisationsstrukturen klammern, welche vielleicht bestehen. Wird der Fokus auf die Organisationsstruktur gelegt oder die Organisationsstruktur als erster Schritt der Prozessoptimierung betrachtet, werden „Machtverhältnisse durch die Festlegung von Bereichsgrenzen und Berichtswegen zementiert“ (BEST & WETH 2010, S. 135). Dies würde den „Gestaltungsraum von vorneherein einschränken“ und Prozessveränderungen negativ beeinflussen (BEST & WETH 2010, S. 135).

Bevor Prozesse einem Redesign unterzogen werden, müssen bestimmte Fragen geklärt werden (BEST & WETH 2010, S. 118):

- Sollen Veränderungen im Rahmen des Gegebenen erfolgen oder soll ein grundlegendes Überdenken der bestehenden Prozesse und Organisationsstruktur stattfinden?
- Woher kommen die Impulse für ein Redesign?
- Wer soll miteinbezogen werden?
- Welche Einschränkungen gibt es?

Mit der Beantwortung dieser Fragen werden „wichtige inhaltliche Aspekte für die konkrete Ausrichtung und Umsetzung eines Redesigns festgelegt“ (BEST & WETH 2010, S. 118).

Bei einer Prozessoptimierung oder beim Redesign muss die Prozesskette, welche die Abfolge der zu erledigenden Aufgaben in einem Prozess darstellt, analysiert werden. Die Veränderungen an einer Prozesskette können das Eliminieren, das Parallelisieren, das Automatisieren oder das Standardisieren von Prozessen und Prozessschritten sein (BEST & WETH 2010, S. 133). BEST & WETH (2010, S. 137) definieren noch zwölf weitere Methoden zur Veränderung von Prozessen (vgl. Abb. 2.18).

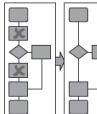
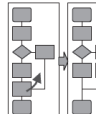
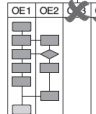


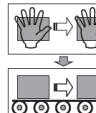
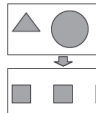
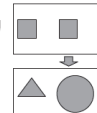
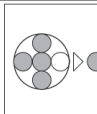
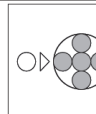
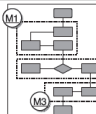
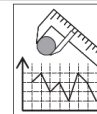

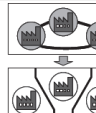

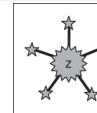
Eliminieren Eliminieren nicht-wertschöpfender Prozessschritte 	Parallelisieren Parallelisieren von sequentiellen Prozessschritten 	Integrieren Integrieren verschiedener Prozessschritte in eine oder wenige Organisationseinheiten (OE) 	Separieren Aufteilung der Prozessschritte auf unterschiedliche Organisationseinheiten (OE) 
Substituieren Substituieren von Prozessen durch andere Prozesse 	Automatisieren Automatisieren von manuellen Prozessschritten durch Maschinen oder IT 	Standardisieren Prozessdurchführung folgt einem vorgegebenen Regelwerk 	Flexibilisieren Prozessdurchführung wird durch die prozessbeteiligten Mitarbeiter fall-spezifisch festgelegt 
Outsourcen Auslagerung von Prozessschritten bzw. Prozessen an Lieferanten 	Insourcen Eingliederung von Prozessschritten bzw. Prozessen von Kunden oder Lieferanten 	Modularisieren Definition von Prozessmodulen, die in verschiedenen Prozessen eingesetzt werden 	Qualität sichern Etablierung einer Qualitätssicherung im Prozess 
Vernetzen Vernetzen von Prozessen zwischen unterschiedlichen Unternehmen 	Entflechten Trennung von Prozessen zwischen unterschiedlichen Unternehmen 	Dezentralisieren Verteilung von Kompetenzen und Aufgaben auf dezentrale Einheiten 	Zentralisieren Konzentration von Kompetenzen und Aufgaben in Zentralbereichen 

Abb. 2.18: Methoden zur Prozessveränderung

Quelle: BEST & WETH 2010, S. 137

Bei der Veränderung von Prozessen ist nicht nur entscheidend, wie diese verändert werden, sondern auch welche Auswirkungen diese Veränderungen haben. Für die verschiedenen Mitarbeiter, welche in einen Prozess involviert sind, kann dies folgende Auswirkungen haben (BEST & WETH 2010, S. 134):

- Leistungsanforderung steigt oder sinkt
- Zeitlicher Aufwand zur Aufgabenerledigung steigt oder sinkt

Es gibt kein generelles Rezept für ein Prozessmanagement, eine Prozessanalyse oder eine Prozessoptimierung (BEST & WETH 2010, S. 195). Prozesse müssen immer wieder überprüft und an neue Gegebenheiten angepasst werden, z.B. wenn sich gesetzliche Bestimmungen ändern, Normen angepasst werden, Technologien sich verändern oder wenn neue Kunden dazukommen.

3 Prozessbeschreibung

Im ersten Teil dieses Kapitels wird die Vorgehensweise zur Gewinnung der Grundlageninformationen, welche für die Erarbeitung des Konzeptes benötigt werden, beschrieben. Anschliessend werden die gewonnenen Informationen beschrieben und diskutiert. Die Erkenntnisse dieses Kapitels dienen als Grundlage für die Definition eines prototypischen Prozessflusses (vgl. Kapitel 4.3).

3.1 Ermittlung bestehender Prozesse durch Interviews

In der Branche des Werkleitungskatasters gibt es diverse, sich stark unterscheidende Prozesse für die Aktualisierung von attributiven Informationen der bestehenden Geodaten. Zu diesen Prozessen gehören einerseits gewöhnliche Nachführungsprozesse, welche die Aktualisierung des eigentlichen Werkleitungsobjektes im Fokus haben (z.B. bei Sanierungen), andererseits können dies auch Prozesse sein, welche vertiefte Informationen zu einem Objekt liefern (z.B. Messdaten von Wartungen).

Da eine grosse Vielfalt an Prozessen möglich ist, wird zur Ermittlung des Status Quo die Methode des Interviews gewählt. Das Hauptziel der Interviews besteht darin, jene Prozesse zu ermitteln, bei denen die Erfassung der Lage und die Erfassung der Sachinformationen eines Werkleitungsobjektes zwei klar getrennte Prozessschritte sind. Das heisst, die Erfassung der Lage beinhaltet nicht auch gleich die Erfassung der Sachinformationen. Die attributiven Informationen werden in der Regel erst in einem zweiten Schritt erfasst (vgl. Definition in Kapitel 1).

3.1.1 Vorbereitung

Um möglichst viel zu den verschiedenen Prozessen zu erfahren, seien dies reine Fachinformationen oder auch Erfahrungsberichte, wurden mündliche Interviews geführt. Zehn Leitfragen gaben den Interviews eine grobe Struktur. Diese Fragen dienen als roter Faden zur Ermittlung des Minimums an Information, welches für die Definition des prototypischen Prozesses im anschliessenden Kapitel verwendet wird. Um den Interviewpartnern genügend Zeit für die Beschreibung ihrer Prozesse zu geben, sollte ein Interview im Durchschnitt 90 Minuten dauern. Folgende zehn Leitfragen bilden den roten Faden bei den Interviews:

1. Welche Prozesse gibt es?
2. Wie sehen die Prozesse im Detail aus?
3. Welche Stolpersteine gibt es jeweils?
4. Wie wird die Datenqualität sichergestellt?
5. Wieviel Zeit muss investiert werden, um den Prozess einmal zu durchlaufen?
6. Welche Akteure sind am Prozess beteiligt?
7. Welche Prozesse sollten optimiert werden?
8. Was soll jeweils optimiert werden?
9. Welche Prozesse müssend zwingend so bleiben wie sie sind?
10. Wieso muss dieser Prozess so bleiben wie bis anhin?

3.1.2 Durchführung und Steckbrief Daten

Total wurden fünf Werke befragt. Die Interviews wurden in einem ersten Schritt mit den jeweiligen GIS-Verantwortlichen geführt. In einem zweiten Schritt wurden die jeweiligen Fachpersonen eines Mediums (z.B. Brunnenmeister, Projektleiter), welche in die Prozesse involviert sind, interviewt. Dies gewährleistet, dass die bestehenden Prozesse vollständig beschrieben und abgebildet werden können. In den folgenden Abschnitten und Kapiteln wird von Fachabteilungen gesprochen, wenn eine Abteilung gemeint ist, welche ein Medium (z.B. Elektrizität, Wasser) betreut.

Es wurden Mitarbeiter der folgenden Firmen interviewt:

EWV. Die Elektrizitäts- und Wasserwerk Wettingen AG (EWV) im Kanton Aargau betreibt das Elektrizitäts- und das Wassernetz der Gemeinde Wettingen. Bei der EWV gibt es für die Bereiche Elektrizität und Wasser jeweils eine Fachabteilung. Des Weiteren gibt es eine GIS-Abteilung, welche das Einmessen und die Dokumentation des Werkleitungskatasters übernimmt. Die einzelnen Mitarbeiter der GIS-Abteilung sind sowohl für das Einmessen als auch für die Digitalisierung und die Nachführung der Werkleitungsobjekte zuständig.

EWZ. Die Elektrizitätswerk Zermatt AG (EWZ) betreibt das Elektrizitätsnetz der Gemeinde Zermatt im Kanton Wallis. Speziell ist hier, dass die Verantwortung für die Nachführung des Werkleitungskatasters bei einer Person liegt, die früher im Netzbau tätig war. Dies ermöglicht dem GIS-Verantwortlichen ein vertieftes Verständnis für die Zusammenhänge im Elektrizitätskataster.

RWB. Die Regionalwerke AG Baden im Kanton Aargau betreibt in der Stadt Baden und den umliegenden Gemeinden das Elektrizitätsnetz, das Wassernetz, das Gasnetz und das Fernwärmenetz, welche von den entsprechenden Fachabteilungen geführt und unterhalten werden. Zudem führt die RWB diverse Kleinkataster für die Stadt Baden (z.B. einen Baumkataster oder einen Kunstbautenkataster). Für die Erfassung und die Nachführung des Werkleitungskatasters und die anfallenden GIS-Arbeiten der Stadt Baden ist die Abteilung GIS der RWB zuständig. In dieser Abteilung sind die Aufgaben der Vermessung, der Nachführung bzw. der Dokumentation und des Datenbankmanagements strikt getrennt.

Neben dem eigenen Netz ist die RWB auch für den Unterhalt anderer Netze zuständig. Im Auftrag verschiedener Gemeinden des Kantons Aargau übernimmt die RWB die Betriebsführung im Bereich Elektrizität und Wasser. Zudem misst die RWB in diversen Gemeinden die Werkleitungsobjekte ein und führt den Werkleitungskataster im Auftragsverhältnis nach.

SWL. Die SWL Energie AG im Kanton Aargau betreibt neben einem Elektrizitäts- und Wassernetz auch ein eigenes Gas- und ein eigenes Fernwärmenetz. Die Netze werden jeweils von einer eigenen Fachabteilung unterhalten und ausgebaut. Für die Dokumentation und das Einmessen der Werkleitungsobjekte der Stadt Lenzburg und der eigenen Netze ist die Abteilung GIS der SWL zuständig. Die einzelnen Mitarbeiter der GIS-Abteilung sind gleichzeitig für die Vermessung, die Digitalisierung und für die Nachführung der Daten zuständig. Neben den eigenen Netzen führt die SWL für diverse Gemeinden den Werkleitungskataster nach und übernimmt die anfallenden Vermessungsaufgaben im Werkleitungsbereich.

TBS. Die TBS Strom AG im Kanton Aargau betreibt ein Elektrizitäts-, ein Wasser-, ein Telekommunikations- und ein Fernwärmenetz. Für die einzelnen Medien hat die TBS eine separate Fachabteilung. Für die Vermessung und die Dokumentation der Werkleitungsobjekte der Stadt Suhr und der eigenen Netze ist die Abteilung GIS der TBS zuständig. Wie auch bei der SWL und der EWW sind die einzelnen Mitarbeiter gleichzeitig für die Vermessung sowie für die Digitalisierung und die Nachführung der Daten in der GIS-Datenbank zuständig. Die TBS unterhält auch für andere Gemeinden den Werkleitungskataster und übernimmt die Vermessungsaufgaben von Werkleitungsobjekten.

3.1.3 Auswertung

Die Tiefe der Informationen, welche direkt im Geoinformationssystem erfasst wird, ist von Werk zu Werk sehr unterschiedlich. Daher werden die verschiedenen, bestehenden Prozesse zur Aktualisierung von attributiven Informationen mittels BPMN (vgl. Kapitel 2.4.1) in den Kapiteln 3.2 bis 3.7 beschrieben. Die Prozesse werden pro Medium und Werk beschrieben.

3.2 Prozessbeschreibung Medium Elektrizität

Im Bereich der elektrischen Versorgung wurden während den Interviews drei Objektklassen in den Fokus gerückt. Neben der Erfassung, der Kontrolle und der Wartung von Verteilrkabinen und Trafostationen wurden auch die Instandhaltungsmassnahmen an der öffentlichen Beleuchtung thematisiert. Die verschiedenen Prozesse zur Aktualisierung und Nachführung der Elektrizitätskataster der interviewten Werke werden in den Kapiteln 3.2.1 bis 3.2.3 beschrieben.

- **EWW:** Die EWW unterhält ausschliesslich ihr eigenes Elektrizitätsnetz. Während dem Interview hat sich gezeigt, dass im Elektrizitätskataster hauptsächlich jene Objekte geführt werden, welche für die Erstellung eines Werkleitungskatasters notwendig sind (vgl. Kapitel 2.3.4). Diverse tiefer greifende Informationen über die Objekte werden nicht in der GIS-Datenbank gespeichert, sondern werden auf andere Weise abgelegt.
- **EWZ:** Die EWZ unterhält ausschliesslich ihr eigenes Elektrizitätsnetz. Die Informationstiefe des Elektrizitätskatasters nahm gemäss Interview in den letzten Jahren stetig zu. Verschiedene Informationen werden aber nicht in der GIS-Datenbank erfasst, sondern werden in Excellisten nachgeführt.
- **RWB:** Neben dem eigenen Elektrizitätsnetz unterhält die RWB noch weitere Netze. Zusätzlich zum Netzerhalt werden auch die Elektrizitätskataster verschiedener Gemeinden nachgeführt. In den folgenden Unterkapiteln wird nur auf die Prozesse des RWB-eigenen Netzes eingegangen. Die RWB hat zum Ziel alle Daten, welche mit den Werkleitungsobjekten in Zusammenhang stehen, in der GIS-Datenbank zu verwalten. Dies hat zur Folge, dass der Elektrizitätskataster der RWB die grösste Informationstiefe der hier betrachteten Werke hat.
- **SWL:** Die SWL Energie AG führt neben dem eigenen Elektrizitätskataster auch die Kataster diverser Gemeinden nach. In den folgenden Unterkapiteln wird aber nur auf die Prozesse der SWL eingegangen. Die SWL dokumentiert viele Informationen in einem anderen System als dem Geoinformationssystem.

- **TBS:** Bei der TBS Energie AG werden neben dem eigenen Elektrizitätskataster noch vier weitere solcher Kataster von Gemeinden betreut. In den folgenden Unterkapiteln werden aber nur die Prozesse der TBS beschrieben.

3.2.1 Unterhalt Verteilkabine

Verteilkabinen zählen gemäss Elektrizitätsgesetz (Art. 2 EleG) zu den Starkstromanlagen und müssen regelmässig gereinigt und kontrolliert werden (Art. 17 Starkstromverordnung). Die Starkstromverordnung regelt nicht nur die Regelmässigkeit der Kontrollen, sondern auch was zu kontrollieren ist und wie die Kontrollen dokumentiert werden müssen. Art. 18 der Starkstromverordnung definiert, dass die Regelmässigkeit der Kontrollen durch den Betriebsinhaber der Anlage festgelegt wird. „Die Kontrollperioden dürfen fünf Jahre aber nicht überschreiten“ (Art. 18 Starkstromverordnung). Die regelmässigen Kontrollen und Instandhaltungsmassnahmen der Verteilkabinen tragen einerseits zur Versorgungssicherheit, andererseits zur Sicherheit der Bevölkerung und der Umwelt bei.

EWW. Wartungen werden nicht im Geoinformationssystem verwaltet. Alle Daten, welche bei einer Wartung erhoben werden, liegen bei der EWW in Papierform vor. Demgegenüber fließen Informationen über neue, alte oder stillgelegte Verteilkabinen in den Elektrizitätskataster mit ein.

Die Abteilung GIS erhält von den Elektrizitätsfachleuten dann Informationen zum Thema Verteilkabine, wenn eine Verteilkabine entfernt oder eine neue gebaut wurde. Diese Informationen werden per Mail oder Handzettel an die Abteilung GIS abgegeben (Abb. 3.1). Wurde eine Verteilkabine entfernt, wird der dazugehörige Datensatz im Geoinformationssystem gelöscht. Der Standort einer neuen Verteilkabine wird eingemessen. Die Koordinaten werden ins Geoinformationssystem übertragen und ein neuer Datensatz wird erzeugt. Der Datensatz wird mit den Informationen, welche die Elektrizitätsfachleute geliefert haben, angereichert. Dies sind Name, Baujahr und Art der Verteilkabine.

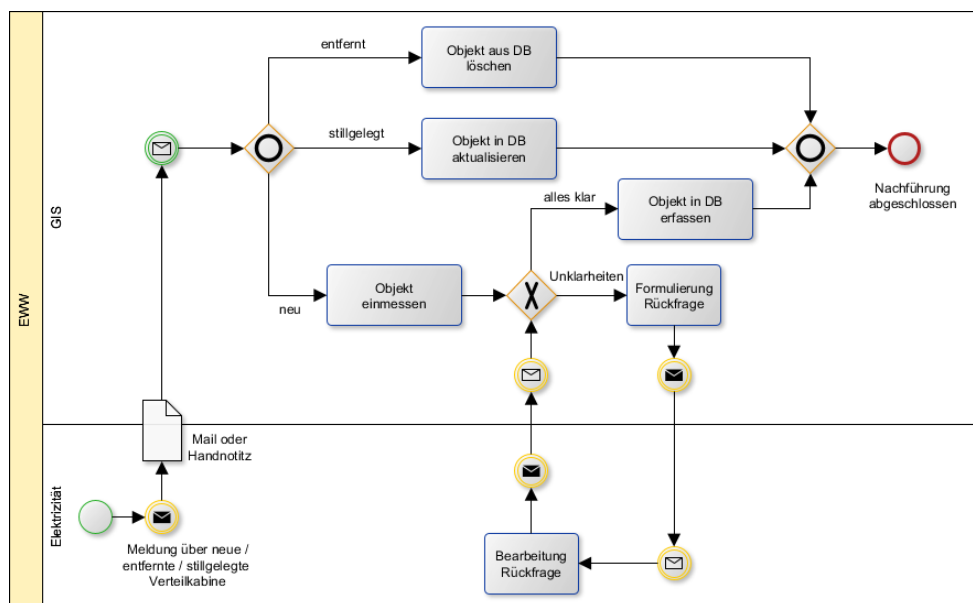


Abb. 3.1: EWW – Nachführung Verteilkabine

Quelle: Eigene Darstellung 2018

EWZ. Bei der EWZ werden die Daten einer Wartung der Verteilkabine nicht im Geoinformationssystem verwaltet. Die EWZ verwaltet parallel zur GIS-Datenbank alle Daten bezüglich Verteilkabinen in einer Excelliste. Neben den Wartungsinformationen werden auch Daten zu neuen Verteilkabinen in dieser Excelliste gespeichert, welche auch in der GIS-Datenbank erfasst werden.

Die Kontrollen und Wartungen werden mit Hilfe von vordefinierten Formularen erhoben. Nach Abschluss der Kontrolle werden die gesammelten Daten in die Excelliste übertragen. Falls Beobachtungen gemacht wurden, welche in den Kataster einfließen sollen, werden die GIS-Mitarbeiter darüber informiert (Abb. 3.2). Auch wird die Abteilung GIS über neue, entfernte oder stillgelegte Verteilkabinen mündlich oder schriftlich in Kenntnis gesetzt. Die GIS-Fachperson holt sich alle nötigen Informationen über die Verteilkabinen aus der Excelliste und überträgt diese in die GIS-Datenbank.

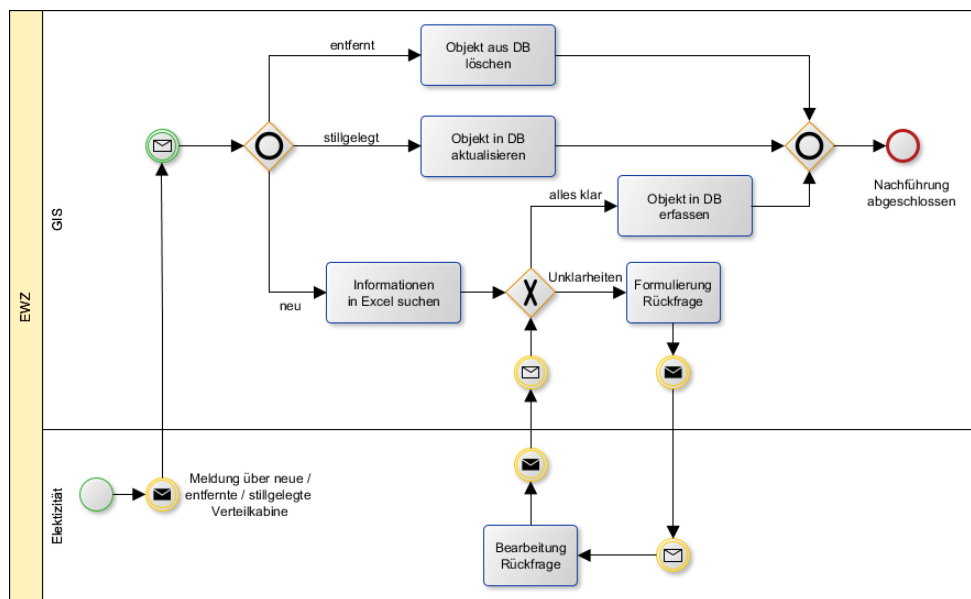


Abb. 3.2: EWZ – Nachführung Verteilkabine

Quelle: Eigene Darstellung 2018

RWB. Die RWB verwaltet neben den Grundinformationen über eine Verteilkabine auch die Daten einer Kontrolle, einer Wartung oder einer Erdmessung direkt im Geoinformationssystem. Ende Jahr erstellt die Abteilung GIS-Dokumentation eine Wartungsliste der zu wartenden Verteilkabinen (Abb. 3.3). Diese Liste wird an die Abteilung Elektrizität abgegeben.

Die Mitarbeiter der Abteilung Elektrizität kontrollieren alle auf der Wartungsliste aufgeführten Verteil-kabinen und bestätigen mit ihrem Visum, dass sich die Kabine in einem guten Zustand befindet und keine sicherheitsrelevanten Probleme vorhanden sind. Sobald die Wartungsliste abgearbeitet ist, wird diese ausgefüllte Liste zurück an die Abteilung GIS-Dokumentation gegeben.

Ein GIS-Mitarbeiter hinterlegt bei jeder gewarteten Verteilkabine einen Wartungsdatensatz, welcher folgende Informationen beinhaltet:

- Wartungsdatum
- Datum der nächsten Wartung
- Wartung erfüllt: ja / nein
- Bemerkung (falls vorhanden)

Falls während dieses Prozessschrittes Unklarheiten auftauchen, werden diese mit der Abteilung Elektrizität geklärt. Sind alle Wartungen der Wartungsliste in der GIS-Datenbank erfasst, wird die Wartungsliste von der hauptverantwortlichen Person der Abteilung GIS-Dokumentation unterzeich-net und zurück an die Abteilung Elektrizität gegeben. Der Prozess gilt als abgeschlossen, wenn die unterzeichnete Wartungsliste in einem Ordner archiviert worden ist.

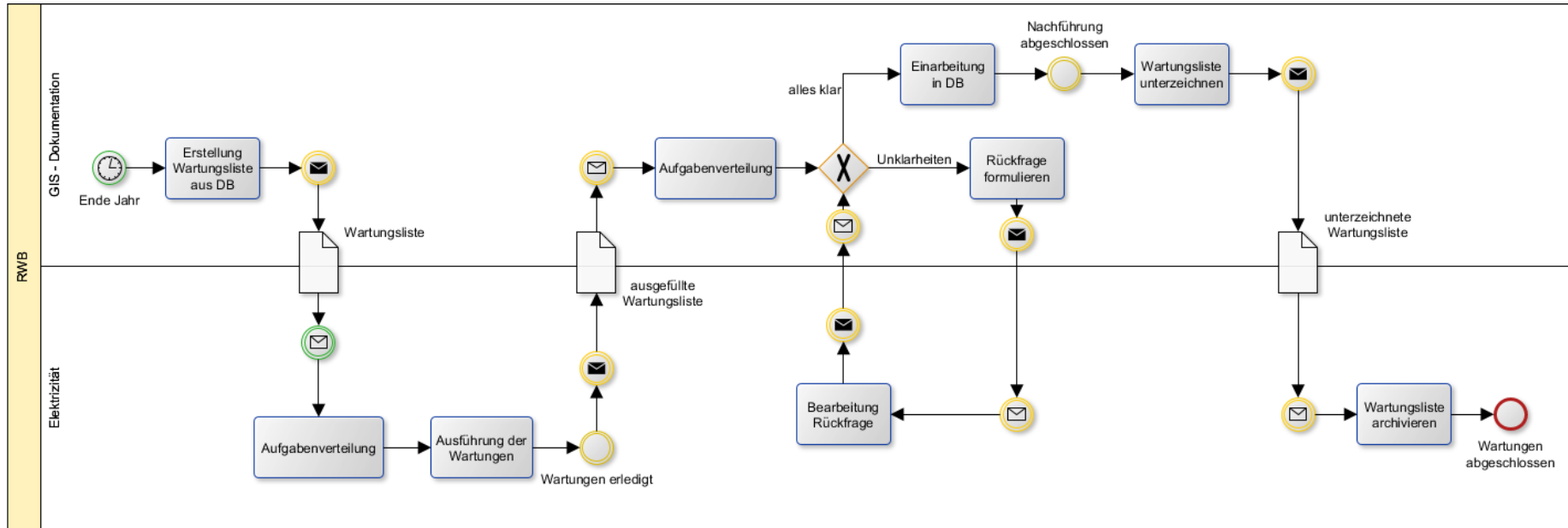


Abb. 3.3: RWB – Kontrolle / Wartung / Erdmessung Verteilkabine

Quelle: Eigene Darstellung 2018

SWL. Die Verwaltung der Wartungsdaten der Verteilkabinen erfolgt mit einer Software der Firma Inventsys, welche auf die Verwaltung von Instandhaltungsinformationen spezialisiert ist. Es werden nur Informationen an die GIS-Abteilung weitergegeben, wenn eine Verteilkabine gebaut, entfernt oder stillgelegt wurde.

Wird eine neue Verteilkabine gebaut, setzt die Abteilung Elektrizität die Abteilung GIS darüber in Kenntnis (Abb. 3.4). Ein GIS-Mitarbeiter misst daraufhin die Verteilkabine ein und erfasst diese in der GIS-Datenbank. Die Eckdaten der Verteilkabine erhält die Abteilung GIS auf schriftlichem Weg.

Erhält die Abteilung GIS die Information, dass eine Verteilkabine entfernt oder stillgelegt wurde, aktualisiert ein GIS-Mitarbeiter die GIS-Datenbank, indem das Objekt entweder gelöscht oder umattributioniert wird.

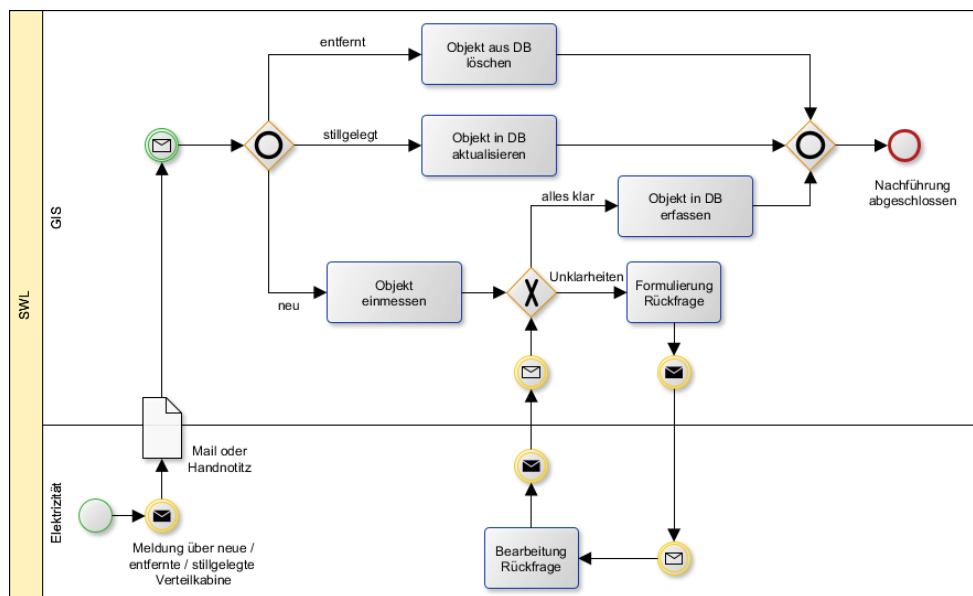


Abb. 3.4: SWL – Nachführung Verteilkabine

Quelle: Eigene Darstellung 2018

TBS. Auch die TBS verwaltet ihre Wartungsinformationen der Verteilkkabinen nicht im Geoinformationssystem. Die Abteilung Elektrizität gibt nur Informationen über neue Verteilkkabinen oder entfernte Kabinen an die GIS-Abteilung weiter (Abb. 3.5).

Wurde eine neue Verteilkkabine gebaut, erteilt die Abteilung Elektrizität der Abteilung GIS einen Vermessungsauftrag. Sobald der GIS-Mitarbeiter die Kabine eingemessen und von der Abteilung Elektrizität die nötigen attributiven Informationen erhalten hat, kann die Verteilkkabine in der GIS-Datenbank erfasst werden. Informationen wie zum Beispiel Name oder Kabinentyp über die Verteilkkabine erhält der GIS-Mitarbeiter per Mail, mündlich oder per Handnotiz. Erhält die Abteilung GIS eine Information über eine entfernte Kabine, wird diese Verteilkkabine aus der GIS-Datenbank gelöscht.

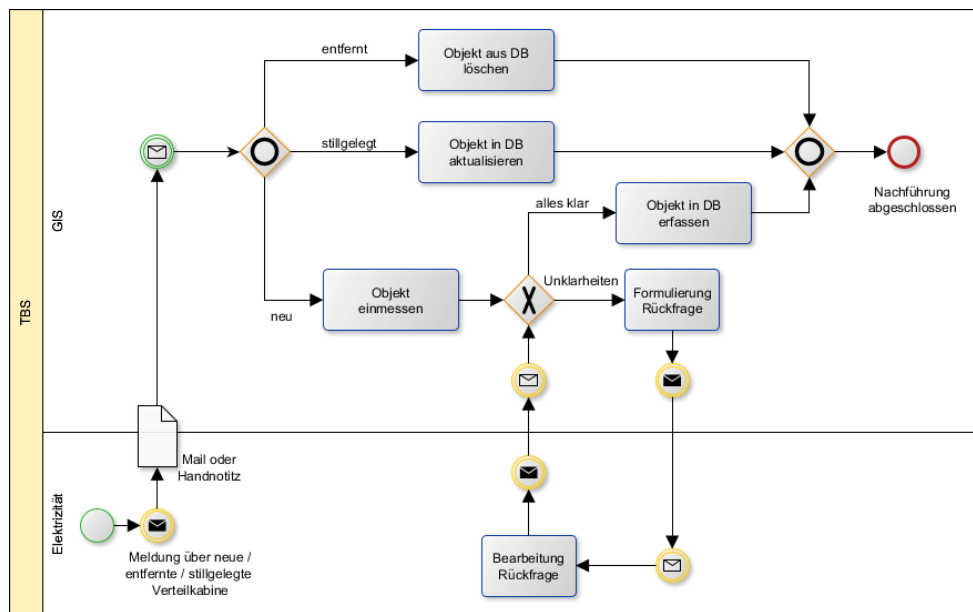


Abb. 3.5: TBS – Nachführung Verteilkkabine
 Quelle: Eigene Darstellung 2018

3.2.2 Unterhalt Trafostation

Wie bereits die Verteilkkabine gehören auch die Trafostationen gemäss Art. 2 EleG zu den Starkstromanlagen. Trafostationen müssen „durch den Betriebsinhaber dauernd instandgehalten werden“ und regelmässig kontrolliert und gereinigt werden (Art. 17 Starkstromverordnung). Die Kontrollperioden werden vom Betriebsinhaber festgelegt, betragen aber maximal fünf Jahre (Art. 18 Starkstromverordnung). Der regelmässige Unterhalt der Trafostationen trägt zum Schutz der Umwelt und der Bevölkerung bei und ist somit sicherheitsrelevant.

EWV. Die Abteilung Elektrizität kontrolliert und wartet ihre Trafostationen gemäss der Starkstromverordnung. Informationen, die während einer Wartung gesammelt werden, werden mit Papier und Stift festgehalten. Ist eine Wartung abgeschlossen, wird das Formular in einen Ordner abgelegt und archiviert. Diese Informationen werden nicht in der GIS-Datenbank gespeichert.

Wird eine Trafostation entfernt, stillgelegt oder eine neue gebaut, wird die Abteilung GIS per Mail oder Handnotizzettel darüber informiert (Abb. 3.6). Entfernte Trafostationen werden aus dem Geoinformationssystem gelöscht. Neue Trafostationen müssen von einem Mitarbeiter der Abteilung GIS eingemessen und im Geoinformationssystem erfasst und attribuiert werden. Sobald alle Informationen von der Abteilung GIS verarbeitet wurden, ist der Wartungsprozess von Trafostationen für diese Abteilung abgeschlossen.

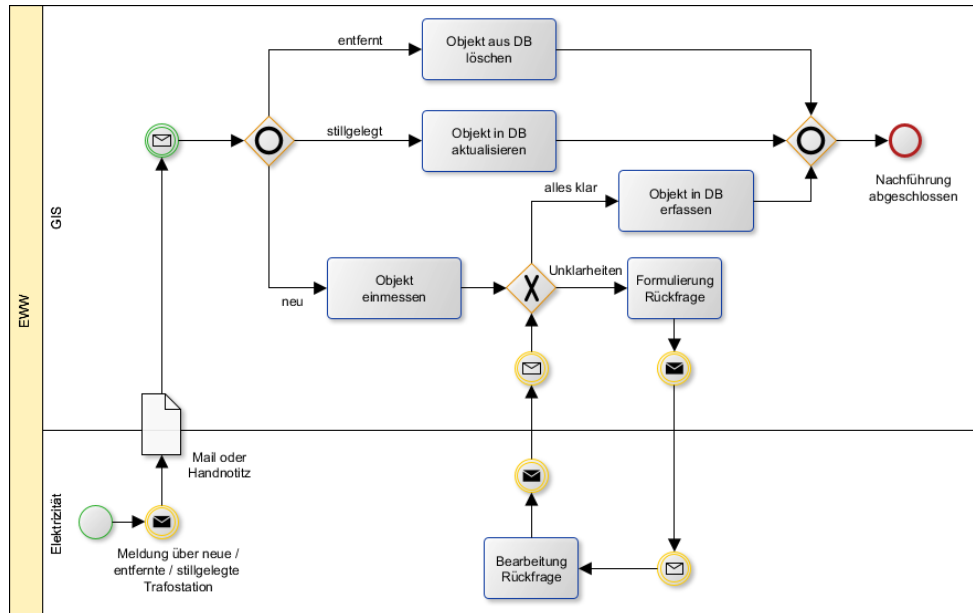


Abb. 3.6: EWW – Nachführung Trafostation

Quelle: Eigene Darstellung 2018

EWZ. Bei der EWZ werden keine Wartungsinformationen in der GIS-Datenbank gespeichert. Die EWZ-Mitarbeiter, welche für die Trafostationen zuständig sind, verwalten ihre Daten in einer Excelliste. Diese Excelliste ist für die GIS-Verantwortlichen insofern relevant, als dass sie alle nötigen Informationen für den Elektrizitätskataster in Bezug auf die Trafostation aus dieser Liste beziehen.

Für die Einhaltung der Kontrollperioden ist der Fachverantwortliche der Trafostationen verantwortlich. Werden Kontrollen, Wartungen oder Erdmessungen vorgenommen, wird vor Ort ein vordefiniertes Formular ausgefüllt. Die Daten werden anschliessend in die Excelliste übertragen. Wenn GIS-relevante Informationen generiert wurden, werden die GIS-Mitarbeiter mündlich oder schriftlich darüber in Kenntnis gesetzt (Abb. 3.7). GIS-relevante Informationen sind Angaben zu neuen, entfernten oder stillgelegten Trafostationen.

Entfernte Objekte löscht der GIS-Mitarbeiter aus der Datenbank, stillgelegte Trafostationen werden in der GIS-Datenbank umattribuiert. Wenn der GIS-Mitarbeiter Informationen über eine neue Trafostation bekommen hat, holt er sich alle Informationen, welche er für die Ergänzung des Katasters benötigt, aus der Excelliste. Falls Unklarheiten auftauchen nimmt der GIS-Mitarbeiter Kontakt mit den Elektrizitätsfachpersonen auf.

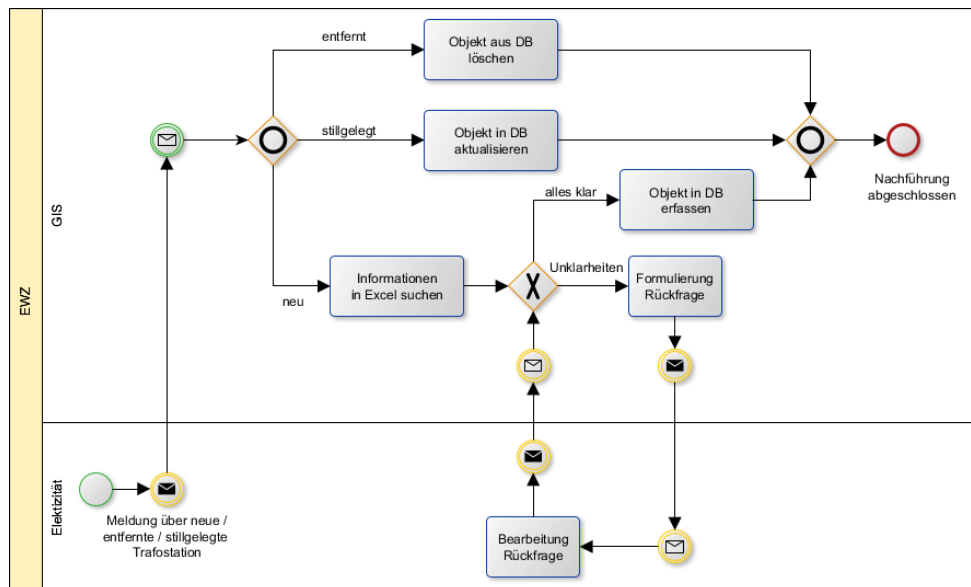


Abb. 3.7: EWZ – Nachführung Trafostation

Quelle: Eigene Darstellung 2018

RWB. Neben den Daten, welche für den Werkinformationskataster relevant sind, verwaltet die RWB auch Informationen über Kontrollen, Wartungen und Erdmessungen, in Bezug auf Trafostationen, in der GIS-Datenbank.

Bei der RWB löst Ende Jahr die zuständige Fachperson der Abteilung Elektrizität den Wartungsprozess der Trafostationen aus (vgl. Abb. 3.8). Diese lädt die verantwortliche Person der Abteilung GIS-Dokumentation zu einer Sitzung ein. Diese Sitzung dient dazu, die Liste aller zu wartenden Trafostationen für das kommende Jahr zu besprechen.

Anschliessend an diese Sitzung wird die Wartungsliste mit der GIS-Datenbank abgeglichen. Gibt es Unterschiede zwischen den Wartungsjahren der Wartungsliste und jener der Datenbank, werden diese in der Datenbank angepasst. Nach Abschluss der Kontrolle und Korrektur wird eine neue Wartungsliste mit den Daten aus der Datenbank erstellt. Für diese Liste wird die Software Crystal Reports verwendet. Die erzeugte PDF-Datei wird nun an die zuständige Fachperson der Abteilung Elektrizität geschickt.

Der Fachverantwortliche der Abteilung Elektrizität verteilt die Aufgaben an seine Mitarbeiter, welche die Wartungen durchführen. Die Messwerte, welche bei einer Wartung gemacht werden müssen, werden per Hand im ausgedruckten Formular eingetragen. Sind alle Wartungen gemacht, wird die ausgefüllte Wartungsliste an die Abteilung GIS-Dokumentation zurückgegeben.

Der Fachverantwortliche der Abteilung GIS-Dokumentation gibt die Aufgabe der Wohnungserfassung in der GIS-Datenbank an einen GIS-Mitarbeiter weiter. Während der Erfassungen können immer wieder Fragen zu den handschriftlichen Notizen auftauchen. Diese Fragen gehen direkt zur Fachperson der Abteilung Elektrizität. Sind alle Wartungen im Geoinformationssystem erfasst, muss die Wartungsliste durch die verantwortliche Person der GIS-Dokumentation unterzeichnet werden. Die unterzeichnete Liste geht zurück zur Abteilung Elektrizität, wo sie für 10 Jahre archiviert wird.

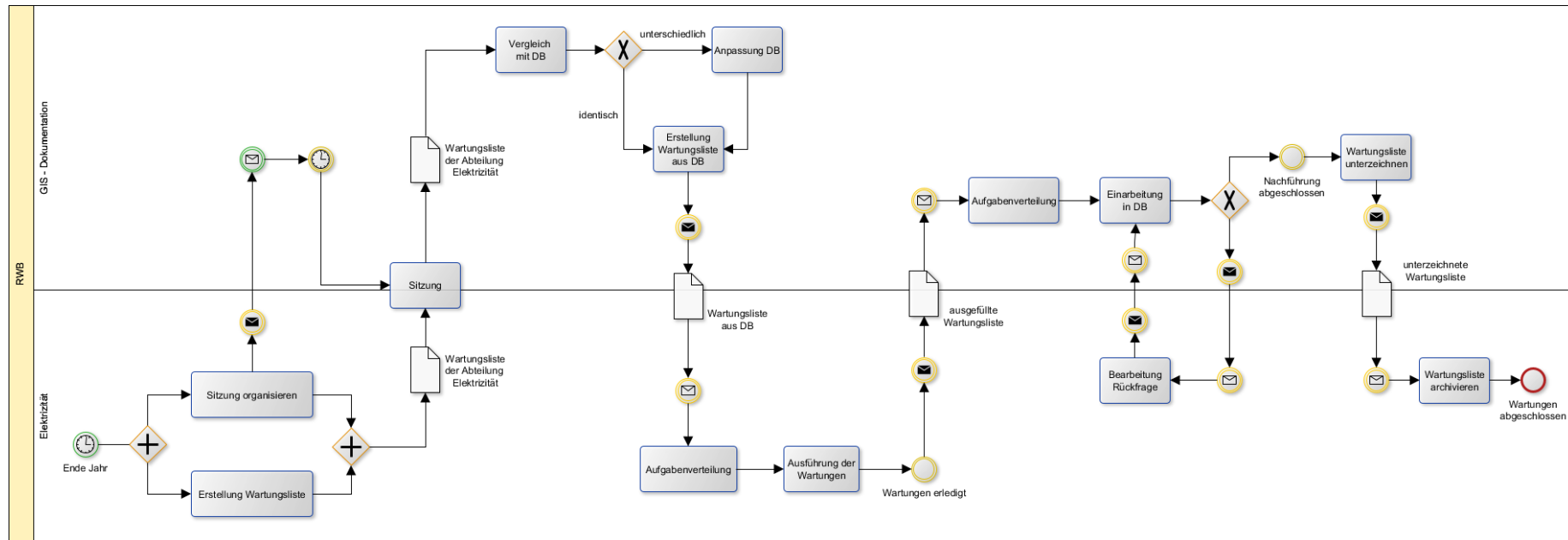


Abb. 3.8: RWB – Wartung / Erdmessung Trafostation

Quelle: Eigene Darstellung 2018

SWL. Daten hinsichtlich der Wartung von Trafostationen werden nicht im Geoinformationssystem verwaltet. Hierfür wird eine Software der Firma Inventsys eingesetzt. In der GIS-Datenbank werden nur jene Informationen erfasst, welche für die Visualisierung und die Erstellung des Leitungskatasters zwingend notwendig sind (vgl. Kapitel 2.3.4).

Wird eine neue Verteilkabine gebaut, bietet die Abteilung Elektrizität die Abteilung GIS auf, die Verteilkabine einzumessen. Die katasterrelevanten Informationen erhält die Abteilung GIS von der zuständigen Fachperson der Abteilung Elektrizität per Mail oder Handnotiz (Abb. 3.9). Auch muss die Abteilung Elektrizität die Abteilung GIS darüber informieren, wenn eine Trafostation entfernt oder stillgelegt wurde, sodass der Kataster entsprechend angepasst werden kann.

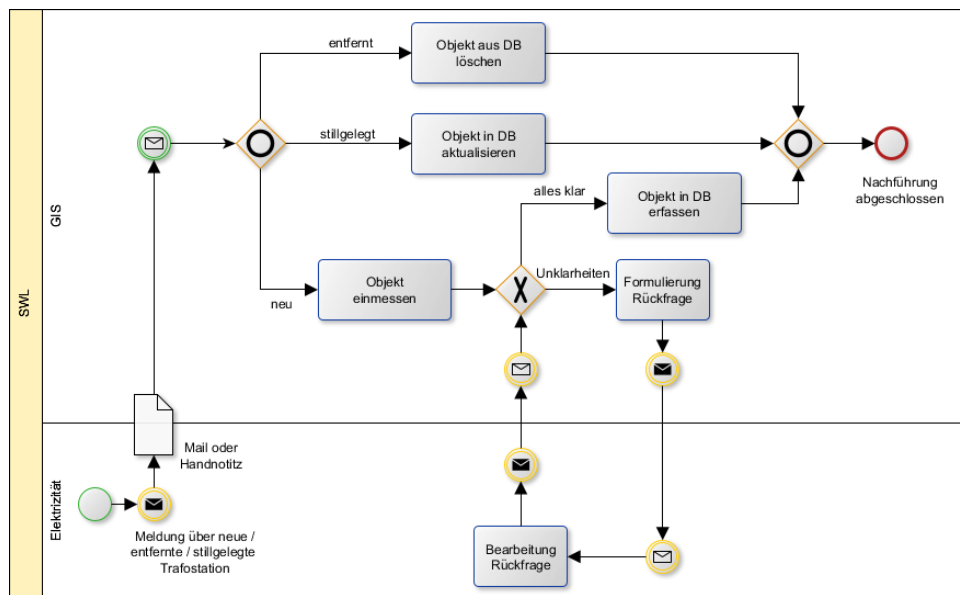


Abb. 3.9: SWL – Nachführung Trafostation

Quelle: Eigene Darstellung 2018

TBS. Bei der TBS werden die Daten der Kontrollgänge und der Erdmessungen nicht im Geoinformationssystem verwaltet. Um den Anforderungen an einen Leitungskataster gerecht zu werden, werden die wichtigsten Informationen zu einer Trafostation in der GIS-Datenbank gespeichert.

Wird eine neue Trafostation gebaut, wird die Abteilung GIS beauftragt die Station einzumessen und im Kataster nachzuführen. Die Eckdaten einer Trafostation erhält die Abteilung GIS schriftlich oder mündlich (Abb. 3.10). Des Weiteren unterrichtet die Abteilung Elektrizität die Abteilung über entfernte oder stillgelegte Trafostationen. Diese Informationen gelangen mündlich, per Mail oder Handnotiz an die Abteilung GIS.

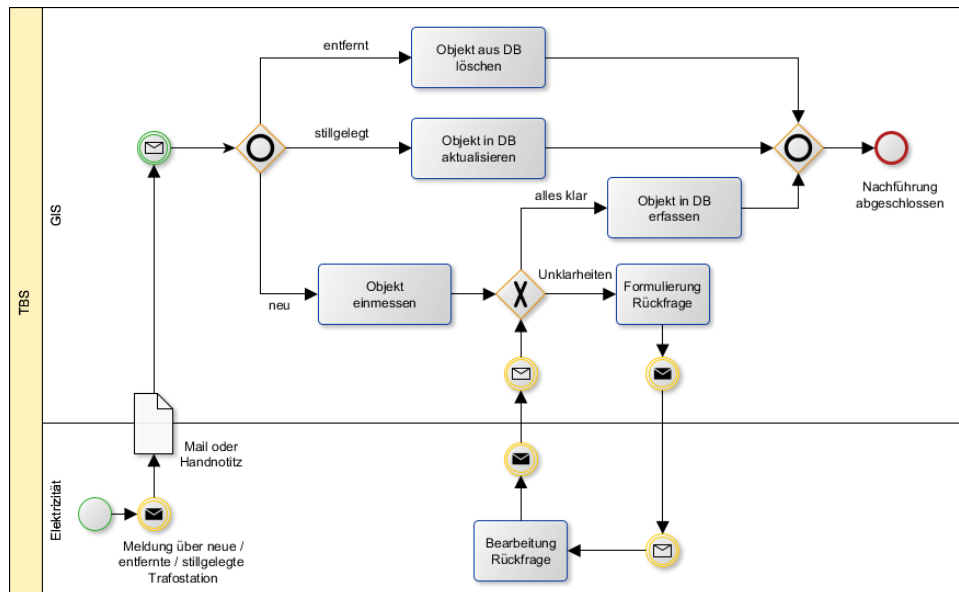


Abb. 3.10: TBS – Nachführung Trafostation

Quelle: Eigene Darstellung 2018

3.2.3 Unterhalt öffentliche Beleuchtung

Die öffentliche Beleuchtung muss regelmässig kontrolliert und gewartet werden (Art. 17 Starkstromverordnung). Zur Wartung gehört einerseits die Reinigung der Leuchte, andererseits der Wechsel von kaputten oder alten Lampen. Der Austauschrhythmus der Lampen wird durch deren Lebensdauer, welche aus der vom Hersteller kommunizierten Brenndauer abgeleitet wird, bestimmt. Herkömmliche Lampen werden alle fünf Jahre ausgetauscht. Bei LED-Lampen wird eine Lebensdauer von zwanzig Jahren angenommen, wobei noch keine Langzeiterfahrungen vorhanden sind. Somit wird sich der Austauschrhythmus von LED-Lampen erst im Laufe der Zeit etablieren. In einem vom Werk definierten Rhythmus werden zudem Widerstands- und Spannungsmessungen vorgenommen.

EWW. Die EWW führt die öffentliche Beleuchtung in ihrem Elektrizitätskataster ohne Leuchten und Lampen. Auch Wartungsdaten fließen bei der EWW nicht ins Geoinformationssystem mit ein.

Wird eine neue öffentliche Beleuchtung erstellt, erhält die GIS-Abteilung von der Abteilung Elektrizität den Auftrag das Objekt einzumessen. Per Mail oder Handnotiz erhält der zuständige GIS-Mitarbeiter die attributiven Informationen des einzumessenden Objekts (Abb. 3.11). Neben der Lage der Beleuchtung werden zusätzliche attributive Informationen zu Name, Typ und Baujahr der Beleuchtung in der GIS-Datenbank erfasst.

Erhält die Abteilung GIS eine Benachrichtigung über die Entfernung einer öffentlichen Beleuchtung, wird der entsprechende Datensatz in der Datenbank gelöscht.

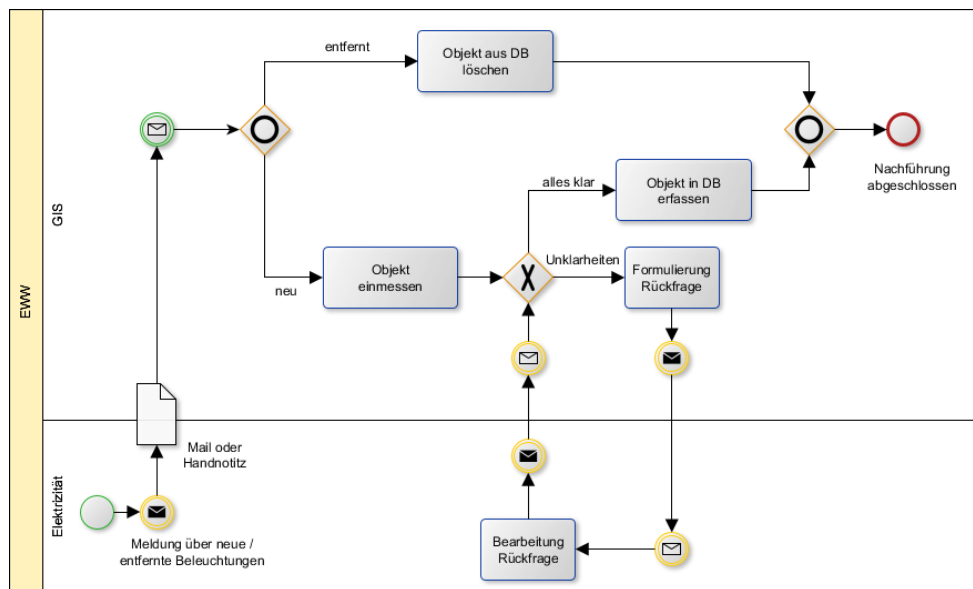


Abb. 3.11: EWW – Nachführung öffentliche Beleuchtung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

EWZ. Die EWZ erfasst die öffentliche Beleuchtung im Elektrizitätskataster auf Stufe der Beleuchtung, wohingegen Leuchten und Lampen nicht in der GIS-Datenbank erfasst werden. Die Eckdaten der Beleuchtung werden nicht nur in der GIS-Datenbank gespeichert, sondern auch in einer Excelliste. Neben diesen Grundinformationen werden in der Excelliste auch Daten über Leuchten, Lampen und den Unterhalt geführt.

Die Abteilung GIS wird von der Abteilung Elektrizität über neue und entfernte Beleuchtungen informiert (Abb. 3.12). Die Eckdaten, welche für den Kataster relevant sind, holt sich der verantwortliche GIS-Mitarbeiter aus der Excelliste und ergänzt den Kataster. Über entfernte Beleuchtungen wird der GIS-Verantwortliche schriftlich oder mündlich informiert.

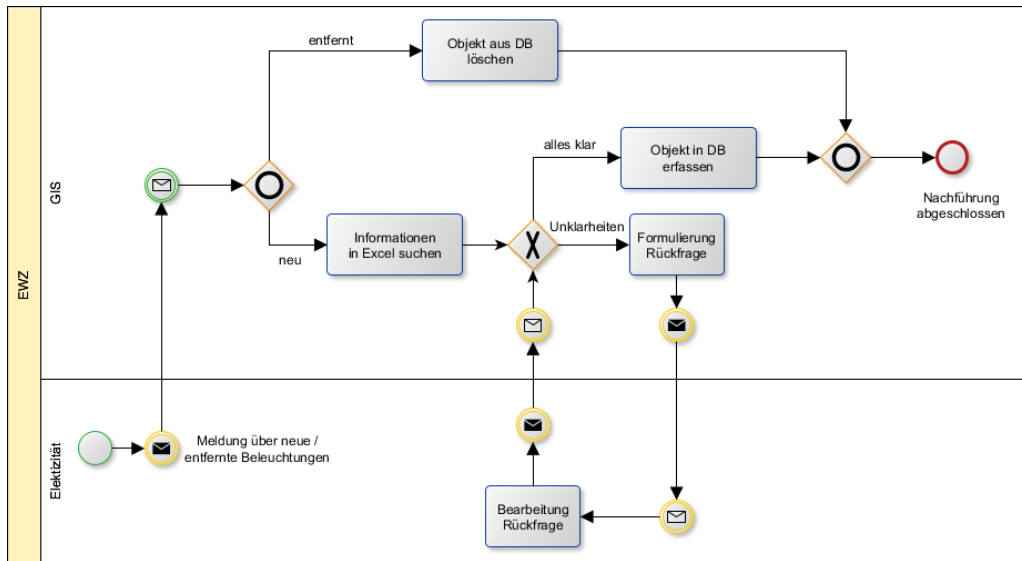


Abb. 3.12: EWZ – Nachführung öffentliche Beleuchtung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

RWB. Der Wartungsprozess der öffentlichen Beleuchtung und der Prozess der Leuchtenreinigung und Lampenwechsel sind zwei getrennte Prozesse, laufen aber identisch ab. Aus diesem Grund wird nur ein Prozessbeschrieb gemacht (vgl. Abb. 3.13).

Ende Jahr erstellt ein Mitarbeiter der Abteilung GIS-Dokumentation eine Liste aller öffentlichen Beleuchtungen, welche im Folgejahr gewartet werden müssen, wobei diese Informationen direkt aus der GIS-Datenbank gezogen werden. Des Weiteren wird ein Plan geplottet, auf welchem alle zu wartenden öffentlichen Beleuchtungen ersichtlich sind. Die ausgedruckte Wartungsliste und der Plan werden mit der internen Post an die zuständige Fachperson der Abteilung Elektrizität weitergeleitet.

Bevor die Mitarbeiter der Abteilung Elektrizität die Wartungsliste abarbeiten, wird eine Sicherheitskopie der Liste erstellt. Die Messdaten einer Wartung werden handschriftlich festgehalten. Entfernte Beleuchtungen werden von der Liste gestrichen und neue werden ergänzt. Im Büro werden die erfassten Daten in Reinschrift auf die zuvor erstellte Kopie übertragen. Sind alle gelisteten öffentlichen Beleuchtungen gewartet, wird die ausgefüllte Wartungsliste zurück an die Abteilung GIS-Dokumentation gegeben.

Der zuständige GIS-Mitarbeiter arbeitet die handschriftlich ausgefüllte Wartungsliste ab. Entfernte Beleuchtungen werden aus der GIS-Datenbank gelöscht. Beleuchtungen, welche kontrolliert und gewartet wurden, erhalten einen neuen Wartungsdatensatz.

Folgende Informationen werden bei einer Wartung, einer Leuchtenreinigung oder einem Lampenwechsel in der GIS-Datenbank festgehalten:

- Wartungsdatum
- Person, welche die Wartung durchgeführt hat
- Jahr der nächsten Wartung

Bei den Wartungen werden zusätzlich die Messdaten in der Datenbank gespeichert.

Tauchen Unklarheiten bei der Erfassung auf, hält der GIS-Mitarbeiter Rücksprache mit der Abteilung Elektrizität. Wurden in der Wartungsliste neue öffentliche Beleuchtungen vermerkt, muss die Abteilung GIS-Dokumentation einen Vermessungsauftrag an die Abteilung GIS-Vermessung auslösen.

Die Abteilung GIS-Vermessung misst alle neuen Beleuchtungen ein. Im Anschluss bereiten sie die Daten so auf, dass die eingemessenen Objekte per DWG an die Abteilung GIS-Dokumentation abgegeben werden können. Sind alle öffentlichen Beleuchtungen eingemessen erfasst und attribuiert der GIS-Mitarbeiter die neuen Objekte.

Nach vollständiger Abarbeitung der Wartungsliste unterzeichnet die führende Person der Abteilung GIS-Dokumentation die Liste und gibt diese zurück an die Abteilung Elektrizität. Dort wird die Liste in einem Ordner abgelegt und archiviert.

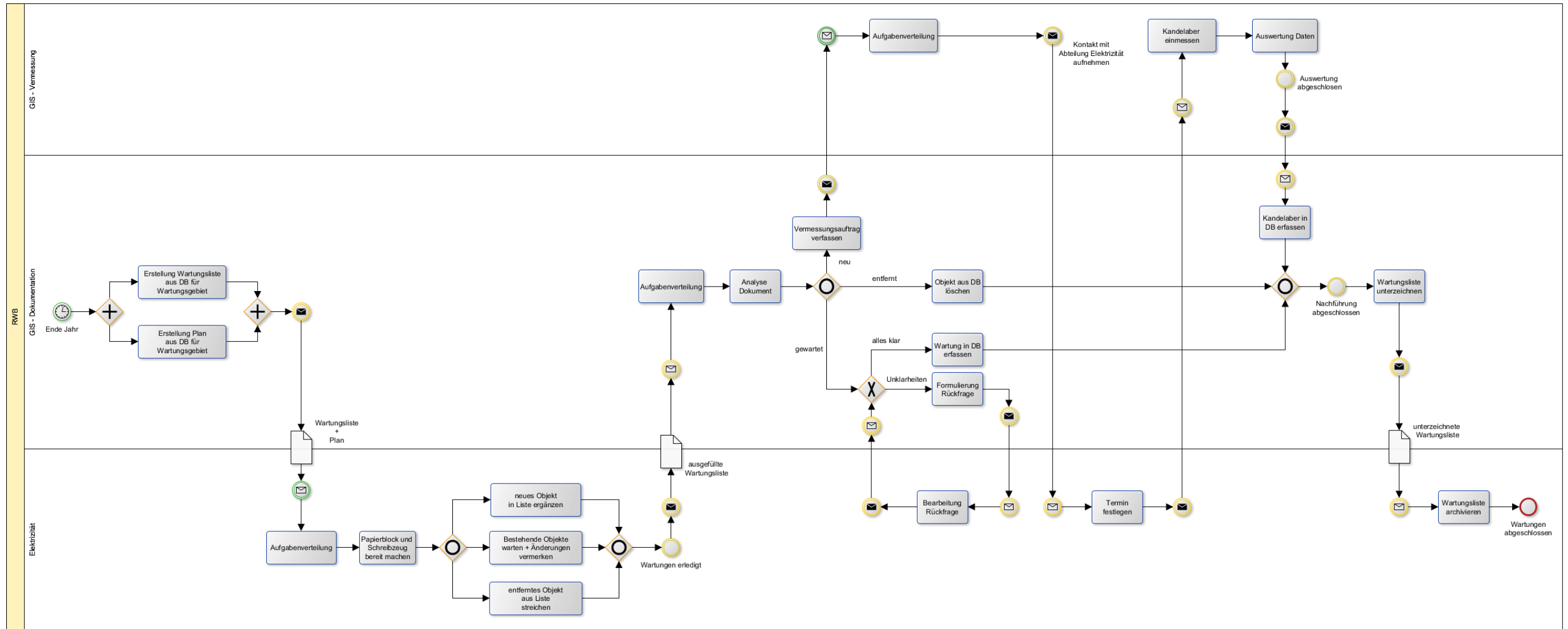


Abb. 3.13: RWB – Wartung öffentliche Beleuchtung / Leuchtenreinigung und Lampenwechsel

Quelle: Eigene Darstellung 2018

SWL. Die SWL erfasst in ihrem Elektrizitätskataster neben der Beleuchtung auch Leuchten und Lampen. Zudem werden auch die Wartungen und die Lampenwechsel in der Datenbank erfasst.

Informationen über neue oder entfernte Beleuchtungen erhält die Abteilung GIS schriftlich per Mail oder Handnotiz (Abb. 3.14). Wenn die Abteilung Elektrizität Wartungen oder Lampenwechsel vorgenommen hat, erhält die Abteilung GIS die Daten ebenfalls per Mail oder Handnotiz.

Wurde eine Beleuchtung entfernt, löscht der zuständige GIS-Mitarbeiter das Objekt aus der GIS-Datenbank. Wurde eine neue Beleuchtung erbaut, misst der GIS-Mitarbeiter das Objekt ein und erfasst und attribuiert dieses danach in der Datenbank, wobei die attributiven Informationen per Mail oder einer Handnotiz an den GIS-Mitarbeiter übergeben werden. Falls Unklarheiten auftauchen, nimmt der GIS-Mitarbeiter Kontakt mit der Abteilung Elektrizität auf.

Wurde ein Lampenwechsel vorgenommen wird das entsprechende Objekt mit einem Wartungsdatensatz ergänzt und die Attribute der Lampe werden aktualisiert. Wurde eine Wartung gemacht, wird bei der gewarteten Beleuchtung ein Wartungsdatensatz mit den gelieferten Informationen hinterlegt.

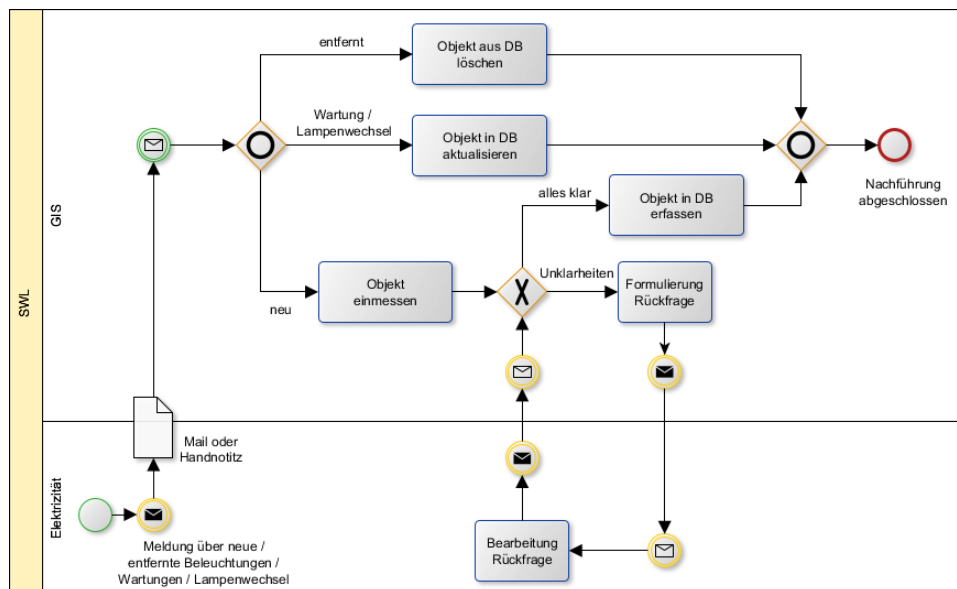


Abb. 3.14: SWL – Wartung öffentliche Beleuchtung / Lampenwechsel

Quelle: Eigene Darstellung 2018

TBS. Die TBS erfasst in ihrer GIS-Datenbank Beleuchtungen ohne Leuchten und Lampen. Auch Wartungen, Leuchtenreinigungen und Lampenwechsel werden nicht in der GIS-Datenbank dokumentiert. Die Verwaltung dieser Daten unterliegt der Abteilung Elektrizität, welche eine andere Software dafür verwendet.

Wird eine neue Beleuchtung gebaut, wird die Abteilung GIS von der Abteilung Elektrizität beauftragt, das Objekt einzumessen. Der GIS Mitarbeiter erfasst anschliessend das Beleuchtungsobjekt in der GIS-Datenbank und ergänzt dieses mit den Sachinformationen, welche die Abteilung Elektrizität kommuniziert hat (Abb. 3.15).

Die Information über ein entferntes Beleuchtungsobjekt erhält die Abteilung GIS mündlich oder schriftlich. Das Objekt wird aus der Datenbank gelöscht.

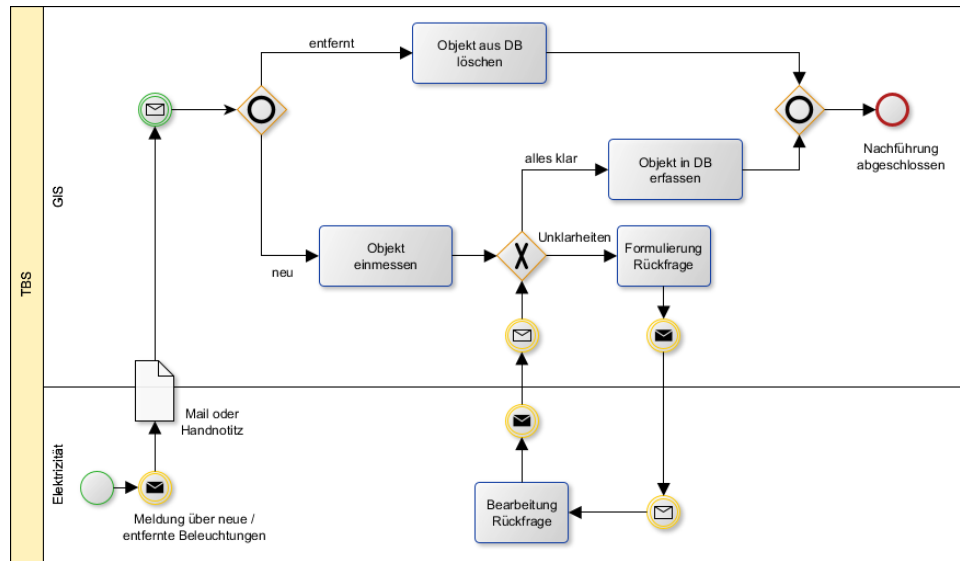


Abb. 3.15: TBS – Nachführung öffentliche Beleuchtung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

3.2.4 Zwischenfazit Medium Elektrizität

Alle befragten Werke führen die Lage, den Namen, den spezifischen Typ sowie das Baujahr der jeweiligen Verteilkabine in ihrer GIS-Datenbank. All diese Informationen werden für die Erstellung von Plänen und zur Visualisierung im Web-GIS benötigt. Nur die RWB verwaltet zusätzlich die Wartungen der Kabinen direkt im Geoinformationssystem.

Da Trafostationen zu jenen Werkinformationen gehören, welche unbedingt auf einem Plan ersichtlich sein sollten (vgl. Art. 14 VPeA), führen alle befragten Werke die Lage, den Namen und den spezifischen Typ des jeweiligen Objekts in ihrer GIS-Datenbank. Nur die RWB verwaltet zusätzlich die Wartungen von Trafostationen direkt im Geoinformationssystem. Alle anderen überlassen diese Aufgabe den Elektrizitätsfachleuten, welche die Daten in einem eigenen System verwalten, wobei dies Excellisten, Archivordner oder eine separate Software sein können. Keines dieser verwendeten Wartungssysteme besitzt eine direkte Schnittstelle zum verwendeten Geoinformationssystem. Viele kleinere Werke führen ihre Daten in Excellisten und Worddateien.

Die Wartung der öffentlichen Beleuchtung wird bei vielen Werken nicht mit dem Geoinformationssystem verwaltet. Die TBS verwendet für diese Aufgabe eine zusätzliche Software. Diese Software hat keine Schnittstelle zum Geoinformationssystem. Bei der SWL ist momentan die Einführung einer Wartungssoftware im Gange. Dies wird dazu führen, dass die Wartung der öffentlichen Beleuchtung nicht mehr in der GIS-Datenbank verwaltet wird so wie dies bis anhin gehandhabt wurde. Die EWZ verwaltet alle Beleuchtungsinformationen, inklusive Leuchten und Lampen, in einer Excelliste. Nur die RWB verwaltet alle Informationen in Bezug auf die Wartung der öffentlichen Beleuchtung in der GIS-Datenbank, was den Nachführungsprozess komplexer gestaltet, als bei den anderen interviewten Werken.

Die befragten Personen der EWZ und der RWB sind der Meinung, dass ihre Prozesse zur Aktualisierung der attributiven Informationen im Bereich Elektrizität nicht optimal sind. Sobald die Daten

vom handschriftlichen Formular in die Datenbank übertragen werden, können Fehler passieren. Nicht zu unterschätzen ist auch der zeitliche Aufwand, welcher für die Übertragung der Daten vom ausgefüllten Formular in die GIS-Datenbank benötigt wird.

Die EWZ äussert unter anderem Bedenken zu den Excellisten. Immer wieder kommt es zu Unklarheiten bezüglich der Aktualität der Daten. Durch die doppelte Datenführung entstehen Redundanzen und es kommt immer wieder vor, dass die Daten nicht demselben Aktualisierungsstatus entsprechen und so nicht klar ist, welches der aktuelle Datensatz ist.

3.3 Prozessbeschreibung Medium Wasser

Während den Interviews wurde bei allen Werken, welche ein Wassernetz betreiben, das Thema der Hydrantenwartung aufgegriffen.

- **EWZ:** Die EWZ unterhält ausschliesslich ihr eigenes Wassernetz. Auch führen sie ihren eigenen Wasserkataster.
- **EWZ:** Die EWZ unterhält kein Wassernetz und führt keinen Wasserkataster.
- **RWB:** Die RWB führt den Werkleitungskataster nicht nur für das eigene Netz, sondern auch für diverse andere Gemeinden.
- **SWL:** Die SWL betreut den Werkleitungskataster sowohl für das eigene Netz als auch für diverse andere Gemeinden.
- **TBS:** Auch die TBS führt neben dem eigenen Werkleitungskataster noch weitere Werkleitungskataster für verschiedene Gemeinden nach.

3.3.1 Unterhalt Hydrant

Die Wartung der Hydranten ist insbesondere im Bereich Sicherheit und Schutz der Bevölkerung von grosser Bedeutung. Bricht ein Brand aus, ist die Feuerwehr auf einwandfrei funktionierende Hydranten angewiesen. Im Kanton Aargau regelt das Gesetz über die Gebäudeversicherung (GebVG), dass die aargauische Gebäudeversicherung (AGV) für die „Verhütung und Abwehr von Schäden zum Schutz von Menschen, Tieren und Sachen“ sorgt (§1 GebVG). Des Weiteren unterstützt die Gebäudeversicherung „Massnahmen zur Verhütung oder Verminderung von Gefahren für Personen, Tiere und Sachen durch Feuer, Explosion und Elementarereignisse“ (§3 GebVG).

Für den Unterhalt der Hydranten können Werkbetreiber bei der kantonalen Gebäudeversicherung Beiträge geltend machen. Für jeden gewarteten Hydrant erhält ein Werkbetreiber im Kanton Aargau 100 Franken. Für einen neuen Hydranten erhält das Werk 1000 Franken. Dies gilt aber nur, wenn der Hydrant an einem Ort installiert wird, wo zuvor noch keiner war. Wenn ein alter Hydrant durch einen neuen ersetzt wird, gilt dies als Wartung (AGV 2013, S. 5).

Bei einigen Kantonen schreibt die kantonale Gebäudeversicherung das System zur Verwaltung der Hydranten vor. Die aargauische Gebäudeversicherung gibt vor, dass Hydrantenwartungen im Aqua-Data verwaltet werden müssen (AGV 2013, S. 6). Aqua-Data ist auch unter dem Begriff Hinnidatenbank bekannt und wurde von der Firma Hinni AG entwickelt. Ende Jahr kann direkt aus Aqua-Data

das Beitragsgesuch generiert und bei der aargauischen Gebäudeversicherung eingereicht werden. Zum Vergleich: Die Gebäudeversicherung Zürich (GVZ) spricht Subventionen, wenn Wartungsinformationen der Hydranten im Kanton Zürich mit dem Hydrantenportal GVZ verwaltet werden (GVZ 2018, S. 13).

EWV. Die ungefähr 530 Hydranten des Wassernetzes der EWV werden jährlich gewartet. Die Wartungsinformationen, welche im Feld durch einen Mitarbeiter der Abteilung Wasser erfasst werden, werden auf einem Papierformular festgehalten. Diese Wartungsdaten werden anschliessend ins Aqua-Data übertragen, sodass nach Abschluss aller Hydrantenwartungen Beiträge bei der AGV geltend gemacht werden können.

Die Abteilung GIS erhält von der Abteilung Wasser nur dann Informationen in Bezug auf die Hydranten, wenn neue Hydranten erstellt oder alte entfernt wurden (Abb. 3.16). Diese Informationen gelangen per Mail oder Notizzettel zur Abteilung GIS. Ein Mitarbeiter der Abteilung GIS verarbeitet daraufhin die erhaltenen Informationen. Hydranten, welche entfernt wurden, werden auch aus der GIS-Datenbank entfernt. Wurde ein neuer Hydrant gemeldet, wird dieser von der Abteilung GIS zuerst eingemessen und anschliessend im Geoinformationssystem erfasst und attribuiert. Sobald alle Daten im Geoinformationssystem verarbeitet wurden, ist der Prozess für die Abteilung GIS abgeschlossen.

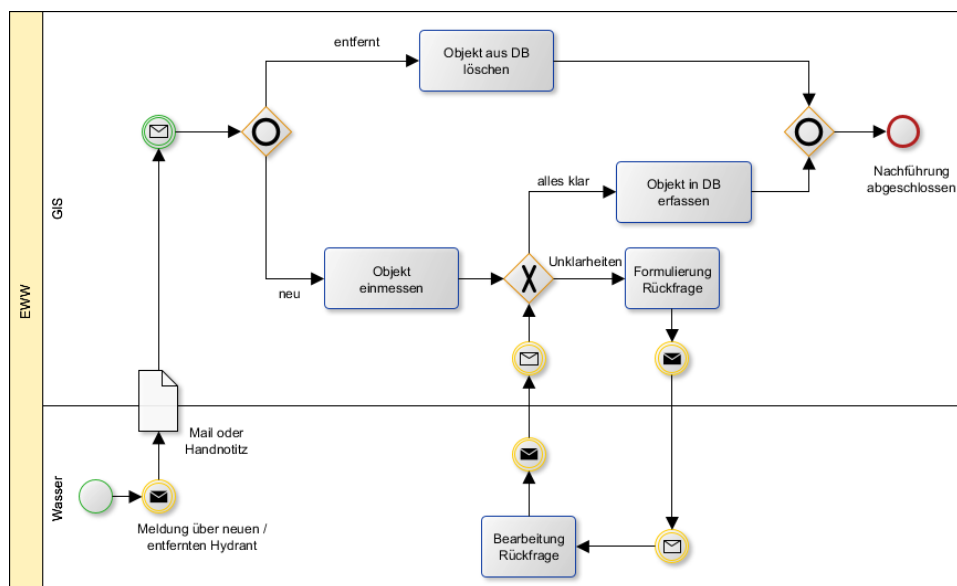


Abb. 3.16: EWV – Hydrantenwartung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

RWB. Die RWB unterhält ungefähr 700 Hydranten in ihrem eigenen Wassernetz, welches in verschiedene Druckzonen aufgeteilt ist. Ende Jahr erstellt die Abteilung GIS-Dokumentation eine Liste aller zu wartenden Hydranten einer Druckzone (Abb. 3.17). Diese Hydrantenliste wird per interner Post an den zuständigen Brunnenmeister der Abteilung Wasser weitergeleitet.

Die Mitarbeiter der Abteilung Wasser arbeiten im Laufe des Jahres die Hydrantenliste ab, wobei sie das Kontrolldatum und allfällige Reparaturen vermerken. Falls es Mängel gibt, welche nicht sofort repariert werden können, so müssen auch diese dokumentiert werden, sodass sie schnellstmöglich

behalten werden können. Nach Abschluss der Hydrantenwartungen retourniert der Brunnenmeister die ausgefüllte Hydrantenliste an die Abteilung GIS-Dokumentation.

Die Aufgabe der Einarbeitung des Kontrolldatums in die GIS-Datenbank wird an einen GIS-Mitarbeiter übergeben. Neue Hydranten werden in der Datenbank angelegt und entfernte Hydranten gelöscht. Sobald alle Informationen verarbeitet wurden, wird die Abteilung GIS-Datenmanagement damit beauftragt, Universally Unique Identifier (UUID) für alle neuen Hydranten zu erstellen. Die UUIDs werden an die Abteilung GIS-Dokumentation weitergegeben. Sind die UUIDs eingearbeitet, wird die Abteilung GIS-Datenmanagement damit beauftragt, eine XML-Datei mit allen Hydranten zu erstellen. Diese XML-Datei wird für den Datenimport in Aqua-Data benötigt. Die Abteilung GIS-Dokumentation vergleicht die XML-Datei danach mit Aqua-Data. Gibt es Unstimmigkeiten, muss die GIS-Datenbank angepasst und eine neue XML-Datei erstellt werden. Werden keine Unstimmigkeiten festgestellt, werden die Daten importiert. Nach dem Import muss der Brunnenmeister die Daten im Aqua-Data prüfen. Falls es Fehler gibt, werden diese von der GIS-Dokumentation bereinigt. Sind alle Daten korrekt, erstellt die Abteilung GIS-Dokumentation das Subventionsgesuch an die AGV.

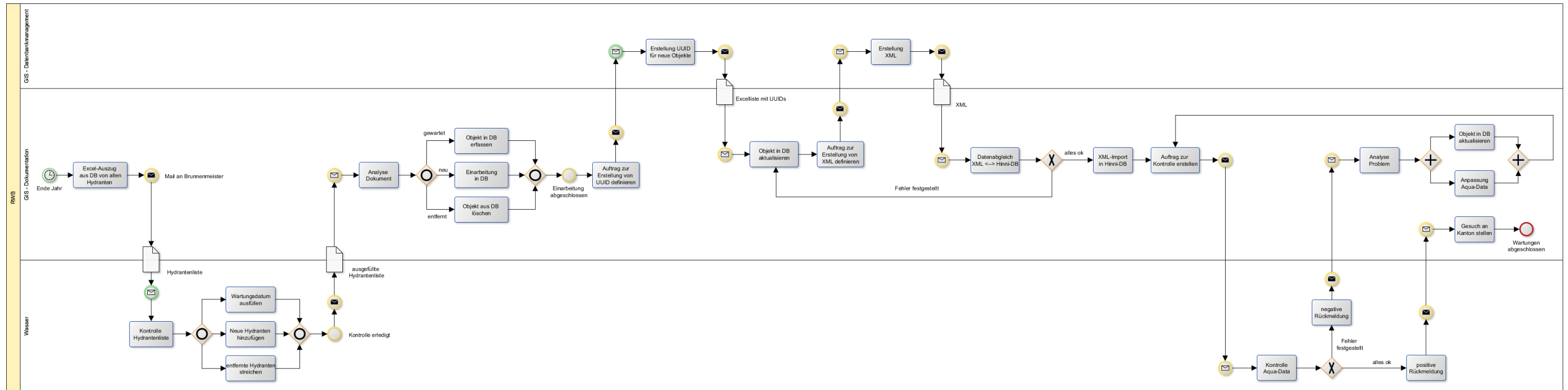


Abb. 3.17: RWB – Hydrantenwartung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

SWL. Bei der SWL werden die ungefähr 480 Hydranten von den Mitarbeitern der Abteilung Wasser kontrolliert und gewartet. Gleichzeitig werden auch die Druckverhältnisse der Hydranten gemessen. Die Informationen über die Wartung und die Messungen werden handschriftlich festgehalten und im Büro ins Aqua-Data übertragen. Auch werden neue Hydranten in Aqua-Data hinzugefügt und entfernte aus dem System gelöscht. Sind alle Hydranten kontrolliert und gewartet wird ein Beitragsgesuch an die AGV gestellt.

Informationen über neue und entfernte Hydranten fließen nicht nur ins Aqua-Data ein, sondern diese Informationen müssen auch im Geoinformationssystem verarbeitet werden (Abb. 3.18). Des Weiteren werden die gemessenen Druckverhältnisse pro Hydrant an die Abteilung GIS weitergeben. Dies geschieht in der Regel per Mail. Wurde ein neuer Hydrant gemeldet, wird dieser von einem Mitarbeiter der Abteilung GIS eingemessen und im Geoinformationssystem erfasst. Entfernte Hydranten werden aus der GIS-Datenbank gelöscht. Die Druckverhältnisse werden beim jeweiligen Hydranten aktualisiert. Sobald alle Informationen, welche von der Abteilung Wasser übermittelt worden sind, durch die GIS-Mitarbeiter verarbeitet wurden, ist der Prozess der Hydrantenwartung für die Abteilung GIS abgeschlossen.

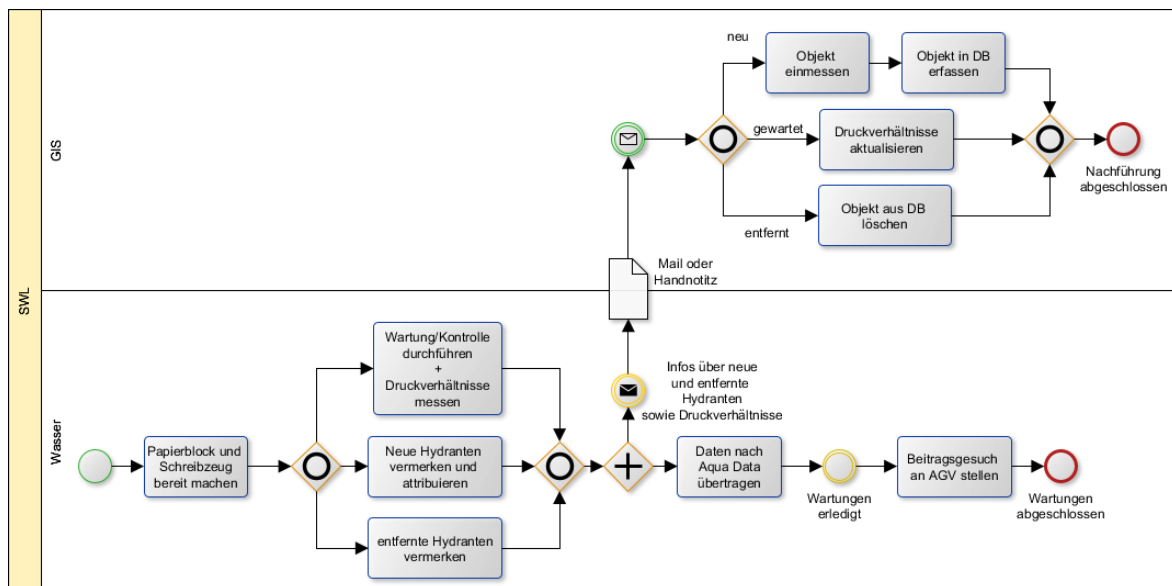


Abb. 3.18: SWL – Hydrantenwartung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

TBS. Bei der TBS werden die Hydranten von der Abteilung Wasser je nach zur Verfügung stehenden Zeitressourcen kontrolliert und gewartet. Die TBS hat in ihrem eigenen Netz ungefähr 410 Hydranten, welche unterhalten werden müssen. Die Mitarbeiter der Abteilung Wasser dokumentieren die Wartungen mit Hilfe von Papier und Stift. Im Büro werden die gesammelten Daten ins Aqua-Data übertragen. Auch die Informationen über neue und entfernte Hydranten werden im Aqua-Data verarbeitet. Ende Jahr, wenn alle Hydranten kontrolliert und gewartet wurden, wird ein Beitragsgesuch an die AGV gestellt.

Die Abteilung Wasser gibt die Informationen über neue oder entfernte Hydranten mündlich, per Mail oder mittels eines Notizzettels an die Abteilung GIS weiter (Abb. 3.19). Neue Hydranten werden

eingemessen und anschliessend zusammen mit einer Wasserfachperson im Geoinformationssystem erfasst und attribuiert. Wurde ein Hydrant entfernt, so wird dieser aus der GIS-Datenbank gelöscht. Sind alle erhaltenen Informationen verarbeitet, ist der Prozess der Hydrantenwartung für die Abteilung GIS abgeschlossen.

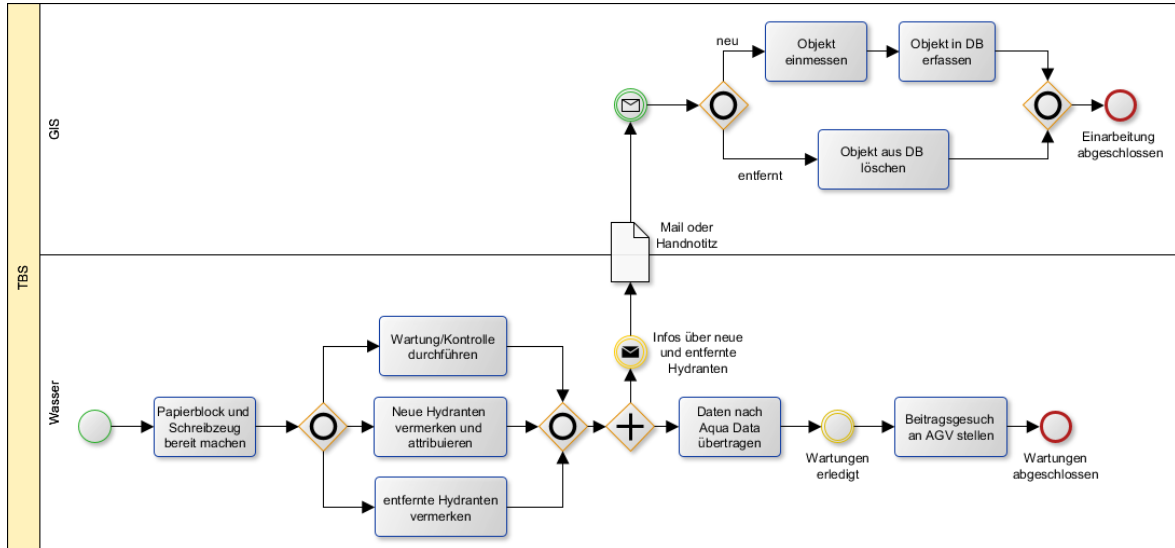


Abb. 3.19: TBS – Hydrantenwartung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

3.3.2 Zwischenfazit Medium Wasser

Insbesondere bei der RWB ist der Prozess der Hydrantenwartung komplex gestaltet. Im Unterschied zu den anderen Werken liegt die Hauptverantwortung für die Wartung bei der Abteilung GIS und nicht bei der zuständigen Fachperson der Abteilung Wasser. Liegt die Verantwortung bei der Abteilung Wasser, gestaltet sich der Wartungsprozess unkomplizierter, da weniger Akteure in den Prozess involviert und die Informationswege dadurch kürzer sind.

Das Nachführen der Hydrantendaten in zwei verschiedenen Systemen, zum einen im Geoinformationssystem, zum anderen in Aqua-Data, kann zu Fehlern führen. Die XML-Schnittstelle, welche Aqua-Data bietet, hat sich für die interviewten Werke nicht bewährt oder sie kennen die Schnittstelle nicht. Somit werden bei allen befragten Werken die Daten redundant geführt, denn zum einen müssen die Lage und die Hydrantenart gemäss Merkblatt SIA 2015 (S. 97 und S. 100) im Wasserkataster geführt werden, zum anderen müssen diese und weitere Informationen im Aqua-Data hinterlegt werden. Für die Erstellung von Hydrantenplänen, welche die Feuerwehr für ihre Arbeit benötigt, müssen noch weitere Daten in der GIS-Datenbank erfasst sein (z.B. Name und Baujahr). Der Abgleich der beiden Systeme ist für die Werke schwierig und zeitaufwändig.

Aqua-Data wird verwendet, weil die Aargauische Gebäudeversicherung dies verlangt. Im Grunde wird Aqua-Data von den Werken nur für die Beitragsgesuche benötigt. Es bietet keinen Mehrwert gegenüber einem Geoinformationssystem bei der Dokumentation von Hydranten. Würde es eine Alternative für das Erstellen der Beitragsgesuche geben, würden alle Interviewpartner Aqua-Data ablösen.

3.4 Prozessbeschreibung Medium Gas

Die Instandhaltung des Erdgasnetzes muss gewährleistet sein, sodass für die Bevölkerung keine Gefahr besteht (vgl. Kapitel 2.3.5).

- **EWV:** Die EWV unterhält kein Gasnetz und führt auch keinen Gaskataster nach.
- **EWZ:** Die EWZ unterhält kein Gasnetz und führt auch keinen Gaskataster nach.
- **RWB:** Die RWB unterhält ein eigenes Erdgasnetz und führt den dazugehörigen digitalen Kataster. Während dem Interview wurden zwei Themen aufgegriffen: der Unterhalt der Schieber und der Unterhalt der Siphons.
- **SWL:** Die SWL unterhält zwar ein Gasnetz, allerdings werden nur Informationen über neue oder entfernte Objekte an die Abteilung GIS weitergeleitet. Dies geschieht in der Regel per Mail oder Handnotiz. Das Thema Erdgasnetz wurde während des Interviews nicht weiter vertieft.
- **TBS:** Bei der TBS werden nur Informationen über neue oder entfernte Objekte des Gasleitungsnetzes an die Abteilung GIS weitergeleitet. Diese Informationen werden per Mail oder Handnotiz weitergegeben. Der Unterhalt des Erdgasnetzes wurde bei der TBS während dem Interview nicht weiter thematisiert.

3.4.1 Unterhalt Schieber / Siphons / Entlüftungsarmaturen

Der Unterhalt der Schieber ist insofern relevant, als dass gewährleistet sein muss, dass ein Schieber im Notfall reibungslos funktioniert. Siphons und Entlüftungsarmaturen dienen der Entlüftung der Leitung und haben somit einen sicherheitsrelevanten Aspekt.

RWB. Da die beiden Prozesse zum Unterhalt von Schieber und Siphons identisch ablaufen, wird nachfolgend nur eine Prozessbeschreibung aufgezeigt (Abb. 3.20). Zu Beginn des Prozesses steht eine Auftragserteilung, wobei die Abteilung Gas die Abteilung GIS-Dokumentation beauftragt, je eine Kontrollliste und einen aktuellen Werkleitungsplan mit allen zu kontrollierenden Schiebern und Siphons zu erstellen. Die Kontrolllisten haben folgende Spalten:

- Name des Objektes – bereits ausgefüllt
- Standort (Strasse) – bereits ausgefüllt
- Strassenkappe: fehlt / i.O. – noch nicht ausgefüllt
- Zustand Schild: fehlt / i.O. – noch nicht ausgefüllt
- Objekt aus der DB löschen – noch nicht ausgefüllt
- Massnahmen – noch nicht ausgefüllt
- Bemerkungen – noch nicht ausgefüllt

Die Listen und die Papierpläne werden nach Erstellung an die Abteilung Gas übergeben.

Die Mitarbeiter der Abteilung Gas führen die Kontrollen durch und vermerken auf der Wartungsliste Fehler bei der Standortbezeichnung und allfällige Bemerkungen. Sind alle Schieber und Siphons kontrolliert und gewartet, wird eine Kopie der ausgefüllten Kontrollliste an die Abteilung GIS-Dokumentation retourniert. Die Originalliste wird von der zuständigen Fachperson der Abteilung Gas unterzeichnet und archiviert.

Ein GIS-Mitarbeiter korrigiert aufgrund der Kontrollliste die fehlerhaften Standortbezeichnungen in der GIS-Datenbank und ergänzt allfällige Bemerkungen.

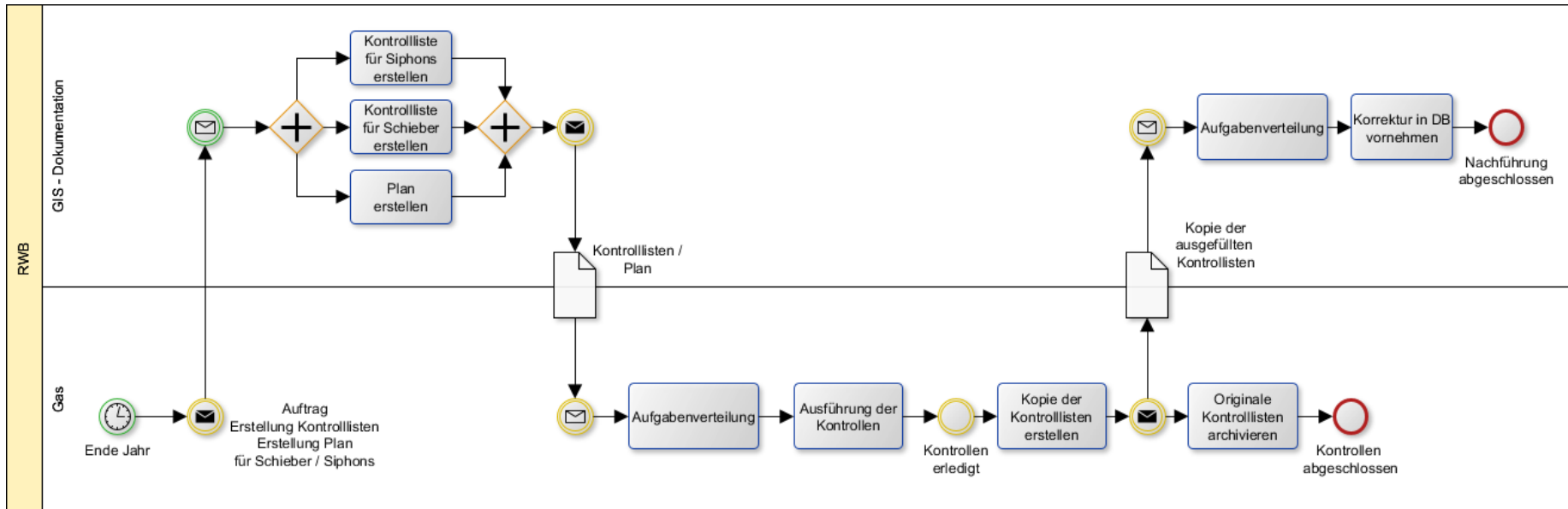


Abb. 3.20: RWB – Unterhalt Schieber / Siphons

Quelle: Eigene Darstellung 2018

3.4.2 Zwischenfazit Medium Gas

Nur die RWB hat während dem Interview das Medium Gas vertieft besprochen. Die beiden Unterhaltsprozesse, Kontrolle der Schieber und Kontrolle der Siphons, gestalten sich unkompliziert. Da es in den Augen der Gasfachleute und der GIS-Fachleute kleine Aktualisierungen sind, wäre es effizienter, wenn die Gasfachleute die Änderungen selbst vornehmen könnten.

3.5 Prozessbeschreibung Medium Abwasser

Der Unterhalt der Abwasserleitungen hat eine grosse Wichtigkeit im Bereich des Gewässerschutzes, denn Art. 6 Abs. 1 GSchG untersagt das „mittelbare oder das unmittelbare Einbringen von Stoffen in ein Gewässer, welche das Wasser verunreinigen können“. Kantone, Gemeinden und private Personen sind für den Zustand ihrer Abwasserleitungen verantwortlich. Für die Inspektion der Abwasserleitungen müssen Firmen, welche sich auf die Inspektion und den Unterhalt von Abwasseranlagen spezialisiert haben, beauftragt werden, da für solche Aufgaben spezielle Geräte und Kameras benötigt werden. Die Auswertung der Inspektionen erfolgt über spezialisierte Ingenieurbüros.

Neben den Abwasserleitungen gehören auch Schächte zum Abwassernetz. Für die Inspektionen der Schächte werden nicht zwingend hoch technologisierte Geräte benötigt. Vielfach werden Schächte von Werkmitarbeitern mit Hilfe sogenannter Schachtprotokolle kontrolliert.

Die Themen Kanalinspektion und Schachtprotokolle wurden bei jenen Werken erwähnt, welche den Kataster von Gemeinden betreuen, die eine generelle Entwässerungsplanung der zweiten Generation (GEP 2. Generation) projektiert haben. Wie bereits in Kapitel 2.2.1 erwähnt, regeln die Kantone das Thema der generellen Entwässerungsplanung (Art. 5 GSchV).

Der Kanton Aargau verlangt von allen Gemeinden, dass sie einen „Abwasserkataster über alle öffentlichen und privaten Anlagen“ führen (§ 22 EG UWR). Da in vielen Gemeinden nur das öffentliche Netz dokumentiert ist, wie dies im GEP 1. Generation vom Kanton verlangt wurde, werden nun in diversen Gemeinden alle privaten Leitungen im Zusammenhang mit dem GEP 2. Generation erfasst. In diesem Zusammenhang werden auch vermehrt Kanalinspektionen gemacht.

- **EWV:** Die EWV unterhält kein Abwassernetz und führt auch keinen Abwasserkataster nach.
- **EWZ:** Die EWZ unterhält kein Abwassernetz und führt auch keinen Abwasserkataster nach.
- **RWB:** Die RWB führt für 12 Gemeinden im Kanton Aargau den Abwasserkataster. Da in verschiedenen Gemeinden ein GEP 2. Generation gemacht wird und der Kataster dementsprechend angepasst und ergänzt werden muss, wurde das Thema während den Interviews aufgegriffen.
- **SWL:** Die SWL führt für sieben Gemeinden im Kanton Aargau den Abwasserkataster. Diverse Gemeinden führen bereits einen GEP 2. Generation durch. Aus diesem Grund wurde das Thema der Datenaktualisierung während dem Interview angesprochen.
- **TBS:** Die TBS führt für neun Gemeinden im Kanton Aargau den Abwasserkataster. Das Thema Abwasserkataster wurde während dem Interview allerdings nicht aufgegriffen.

3.5.1 Schachtkontrolle

Der Zustand von Schächten wird regelmässig überprüft. Nicht nur der bauliche Zustand ist von Interesse, sondern auch die Tiefe eines Schachts oder auch Ein- und Auslaufhöhen von Haltungen. Wurden diese Masse beim Bau eines Schachts nicht aufgenommen, müssen diese nachträglich gemessen und dokumentiert werden.

RWB. Die RWB verwendet für die Erstellung von Schachtkontrollen eine App von Trimble sowie eine Webapplikation der Firma geoProRegio AG um PDFs automatisch zu generieren. Die Schachtinformationen werden von einem Mitarbeiter der Abteilung GIS-Vermessung mit Hilfe eines Tablets aufgenommen und dokumentiert (Abb. 3.21). Neben der Dokumentation der Sachinformationen gehört auch mindestens ein Foto pro Schacht zu einem Schachtprotokoll, wobei das Foto auch direkt mit dem Tablet aufgenommen werden kann.

Nach der Aufnahme aller Schächte informiert der Mitarbeiter der Abteilung GIS-Vermessung die Abteilung GIS-Dokumentation über den Abschluss der Schachtaufnahmen. Mit Hilfe der Webapplikation erzeugt nun ein Mitarbeiter der Abteilung GIS-Dokumentation automatisiert ein digitales Schachtprotokoll pro Schacht im PDF-Format. Diese Schachtprotokolle müssen anschliessend im Dokumentenverwaltungssystem der RWB abgelegt werden und der Link zum Dokument muss in der GIS-Datenbank beim jeweiligen Schacht hinterlegt werden, sodass das Protokoll vom Geoinformationssystem aus aufgerufen werden kann.

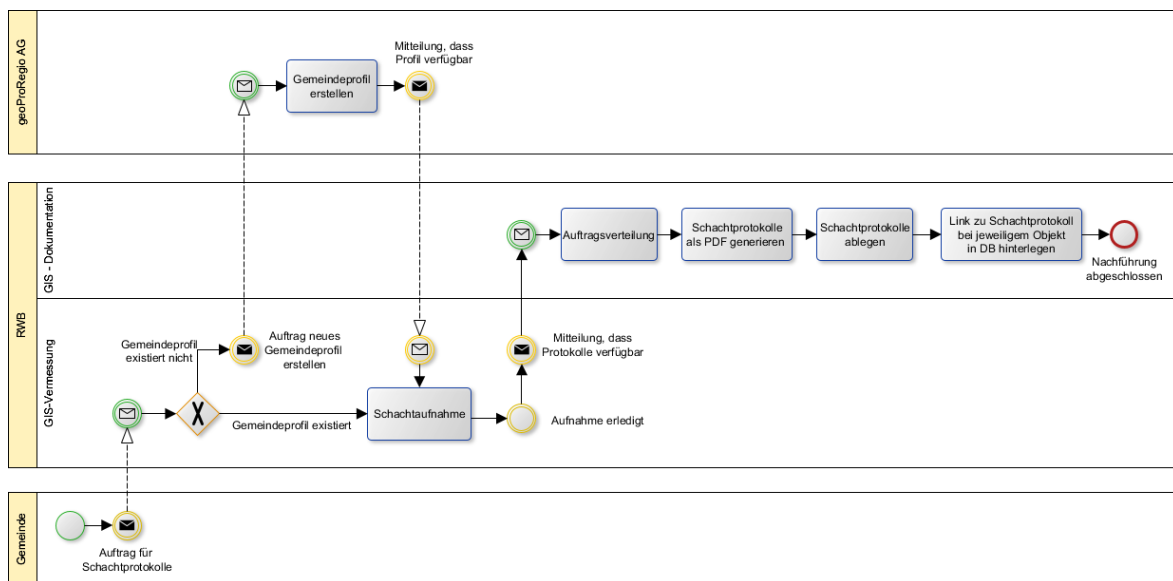


Abb. 3.21: RWB – Schachtkontrolle mit Tablet

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Der Erfassung mit Tablets ging eine Erfassung mit Papier und Stift voraus. Viele Gemeinden haben im Geoinformationssystem immer noch handgeschriebene Schachtprotokolle hinterlegt, daher wird der Prozess der handgeschriebenen Schachtprotokolle hier auch erläutert (Abb. 3.22). Für die Erstellung von Schachtprotokollen gab es zwei verschiedene vordefinierte Formulare, eines für runde Schächte und eines für ovale Schächte. Im Rahmen des durch die Gemeinde erteilten Auftrags zur Dokumentation der Schächte musste der Mitarbeiter der Abteilung GIS-Vermessung genügend dieser Vorlagen im Vorfeld ausdrucken. Im Feld wurde das Dokument ausgefüllt und jeweils ein oder mehrere Fotos pro Schacht mit einer Digitalkamera aufgenommen. Da die Schachtprotokolle später über das Geoinformationssystem aufrufbar sein sollen, mussten unleserliche Protokolle ins Reine geschrieben werden und es mussten bestimmte Werte berechnet und im Protokoll ergänzt werden.

Die fertigen Protokolle wurden eingescannt und die jeweiligen Fotos dem erstellten PDF hinzugefügt. Die vollständigen Protokolle wurden an die Abteilung GIS-Dokumentation abgegeben, welche die Schachtprotokolle im Dokumentenverwaltungssystem hinterlegt und den Dokumentenlink im Geoinformationssystem dem jeweiligen Schacht zugewiesen hat.

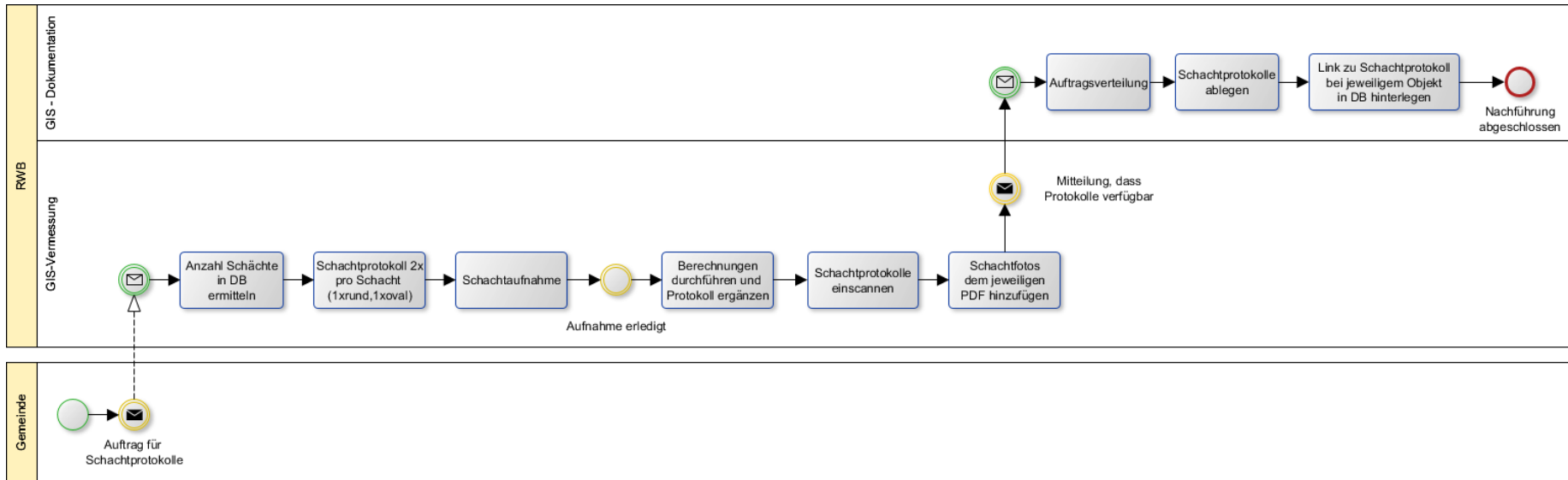


Abb. 3.22: RWB – handgeschriebene Schachtprotokolle

Quelle: Eigene Darstellung 2018

SWL. Bei der SWL werden die Schachtprotokolle mit dem Tablet erstellt, welches die geoProRegio AG zur Verfügung stellt. Der Auftrag für das Erstellen der Protokolle wird durch die Gemeinde erteilt (Abb. 3.23). Falls in der Gemeinde noch nie auf diese Weise Schachtprotokolle aufgenommen wurden, wird die Firma geoProRegio AG mit der Erstellung eines Gemeindeprofils beauftragt.

Sobald das Profil erstellt wurde, kann der GIS-Mitarbeiter die Schächte aufnehmen und das Schachtprotokoll auf dem Tablet ausfüllen. Nach Abschluss der Aufnahmen können die Schachtprotokolle als PDF über einen Webdienst generiert werden. Die Protokolle werden digital abgelegt und in der GIS-Datenbank wird beim jeweiligen Schachtobjekt der Pfad zum Protokoll hinterlegt.

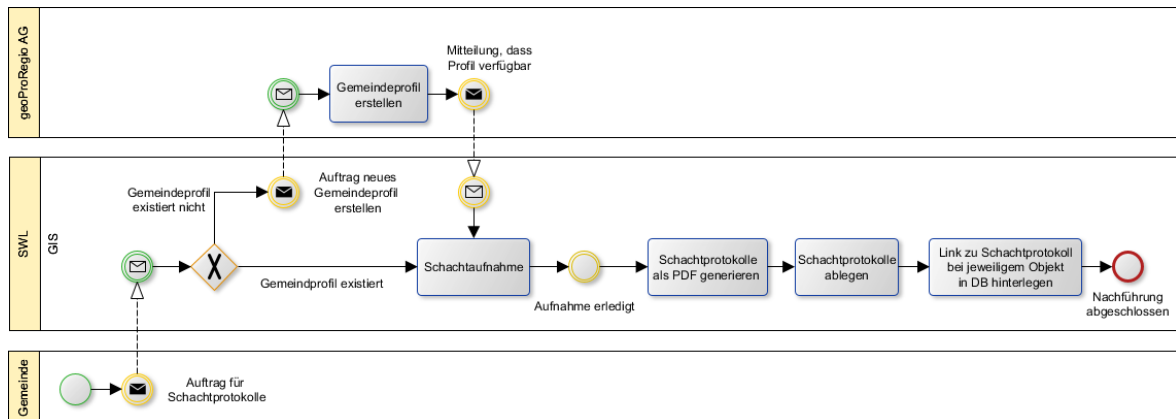


Abb. 3.23: SWL – Schachtkontrolle mit Tablet

Quelle: Eigene Darstellung 2018

3.5.2 Kanalinspektionen

Aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen (vgl. Kapitel 2.2.1) müssen die Abwasserkanäle in einem Zustand gehalten werden, bei dem keine Gefährdung für die Gewässer entsteht. Aus diesem Grund müssen regelmässig Kanalinspektionen durchgeführt werden. Die verschiedenen Beobachtungen, welche bei einer Inspektion gemacht werden, müssen mit Hilfe von einem vordefinierten Kodierungssystem kodiert werden. Die vergebenen Codes definieren die Art der Beobachtung, wie Start- und Endpunkt einer Inspektion, die Art eines Schadens oder auch wo Anschlussleitungen einmünden. Der Auswertung der Daten folgt gegebenenfalls eine Kanalsanierung. Die in der Schweiz verwendeten Kodierungssysteme sind einerseits VSA-KEK, welches vom Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute definiert wurde, andererseits ISYBAU. ISYBAU ist Bestandteil der deutschen Arbeitshilfen Abwasser. VSA-KEK wird mit dem schweizerischen, XML-basierten Austauschformat INTERLIS 2 beschrieben. ISYBAU wird XML-basiert geschrieben.

RWB. In verschiedenen Gemeinden, in welchen die RWB den Abwasserkataster betreut, werden regelmässig Kanalinspektionen durchgeführt. Die verschiedenen Kanalfernsehunternehmen verwenden verschiedene Softwares sowie verschiedene Kodierungssysteme für die Inspektionen. Der Prozess der Datenintegration ins Geoinformationssystem ist aber immer derselbe.

Das jeweilige Kanalfernsehunternehmen liefert der Abteilung GIS-Datenmanagement Kanalinspektionsdaten im ISYBAU-Format oder im VSA-KEK-Format sowie Videos, Fotos und Protokolle zu den

Inspektionen (Abb. 3.24). Ein Mitarbeiter der Abteilung GIS-Datenmanagement prüft die Datenlieferung auf Fehler, welche beim Import zu Problemen führen können. Dies können unvollständige Dateien oder fehlende Dateien sein. Stellt der GIS-Mitarbeiter ein Problem fest, nimmt er Kontakt mit dem Kanalfernsehunternehmen auf und fordert eine korrigierte Datenlieferung.

Die Schnittstelle für den Import einer ISYBAU-Datei ist im Geoinformationssystem der RWB integriert. Die Schnittstelle für den Import einer VSA-KEK-Datei wurde von der RWB entwickelt. Dadurch können die Kanalinspektionsdaten einfach in die GIS-Datenbank importiert werden (vgl. Abb. 3.24).

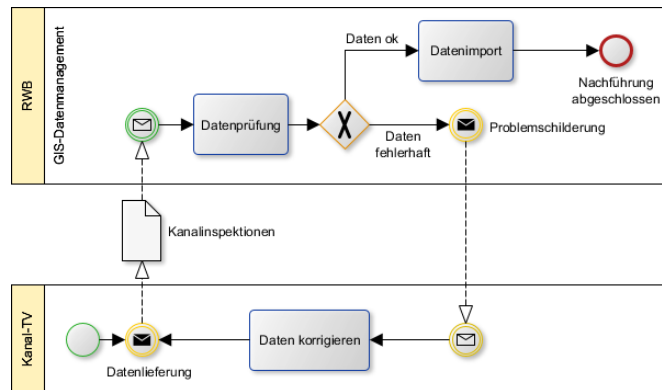


Abb. 3.24: RWB – Kanalinspektionen

Quelle: Eigene Darstellung 2018

SWL. Immer mehr Gemeinden, bei welchen die SWL den Abwasserkataster betreut, geben Kanal-TV Aufnahmen in Auftrag. Die SWL lässt die Inspektionen mit dem Kodierungssystem ISYBAU durchführen, da eine Schnittstelle in ihr Geoinformationssystem existiert.

Wurden Abwasserleitungen einer Gemeinde befahren, erhält die Abteilung GIS vom Kanalfernsehunternehmen eine Datenlieferung mit den ISYBAU-Dateien mit Fotos, Videos und den dazugehörigen Protokollen (Abb. 3.25). Die Daten werden daraufhin auf ihre Vollständigkeit geprüft. Wird ein Problem festgestellt, nimmt ein GIS-Mitarbeiter Kontakt mit dem Kanalfernsehunternehmen auf und fordert die fehlende Information an. Sobald alle Daten vollständig und korrekt vorhanden sind wird die ISYBAU-Datei über die bestehende Schnittstelle ins Geoinformationssystem importiert.

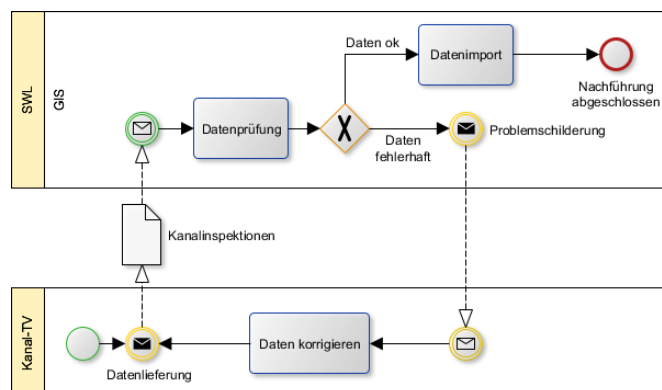


Abb. 3.25: SWL – Kanalinspektionen

Quelle: Eigene Darstellung 2018

3.5.3 Zwischenfazit Medium Abwasser

Obwohl die TBS verschiedene Abwasserkataster nachführt, wurde das Thema Abwasser bei dem Interview nicht aufgegriffen. Die RWB und die SWL erwähnten den Import von Kanalinspektionsdaten sowie das Erstellen und Einarbeiten von Schachtprotokollen im Zusammenhang mit der Aktualisierung von Geodaten.

Der Prozess der Schachtprotokollerstellung wurde 2017 bereits kritisch hinterfragt und den heutigen technischen Möglichkeiten angepasst. Die RWB und SWL sind sehr zufrieden mit der Lösung. Die Abteilung GIS-Datenmanagement der RWB und die Firma geoProRegio AG haben aber zum Ziel sich von Trimble zu lösen und eine eigene Lösung zu entwickeln, um unabhängig zu sein. Die Ablösung der Papierformulare hat aus folgenden Gründen einen grossen Mehrwert gebracht:

- Ressourcenschonung, da keine Formulare ausgedruckt werden müssen
- Effizienzsteigerung, da viele Schritte wegfallen und automatisiert werden konnten
- Klar und sauber strukturierte Schachtprotokolle, welche für alle lesbar sind, da keine handschriftlichen Notizen mehr gemacht werden

Die RWB sieht bei den Schachtprotokollen noch Optimierungspotential bei der Einarbeitung der Protokolle in die GIS-Datenbank.

Mit dem Prozessablauf des Kanalinspektionsimports sind sowohl die RWB als auch die SWL zufrieden.

3.6 Prozessbeschreibung Medium Fernwärme

Fernwärme ist ein stark wachsendes Medium. Immer mehr Gebäude werden mit Fernwärme versorgt. Die RWB, die SWL und die TBS dokumentieren Fernwärmeleitungen im Geoinformationssystem, wobei das Thema während den Interviews nur bei der RWB angesprochen wurde.

- **EWW:** Die EWW unterhält kein Fernwärmenetz und führt auch keinen Fernwärme kataster.
- **EWZ:** Die EWZ unterhält kein Fernwärmenetz und führt auch keinen Fernwärme kataster.
- **RWB:** Die RWB unterhält ein eigenes Fernwärmenetz. Zudem führt sie den Fernwärme kataster für andere Fernwärmeanbieter im Kanton Aargau. Für das Medium Fernwärme ist bei der Abteilung GIS der RWB nur eine Person zuständig. Diese ist demnach für die Vermessung und die Nachführung des Katasters verantwortlich.
- **SWL:** Obwohl die SWL verschiedene Fernwärme kataster führt, wurde das Thema während dem Interview nicht erwähnt.
- **TBS:** Bei der TBS werden zwar verschiedene Fernwärme kataster unterhalten, während dem Interview wurde das Thema Fernwärme aber nicht angeschnitten.

3.6.1 Aktualisierung KKS-Kennzeichnung

Das Kraftwerk-Kennzeichensystem (KKS) wurde als Richtlinie von der VGA PowerTech e.V., einem internationalen Interessenverband von Unternehmen aus der Elektrizitäts- und Wärmeversorgungsbranche ist, veröffentlicht. Die KKS-Kennzeichnung dient der eindeutigen Identifizierung eines Objektes, welches vor Ort angeschrieben werden muss. Beim Medium Fernwärme müssen gemäss Merkblatt SIA 2015 (S. 129) alle Bauwerke eine KKS-Kennzeichnung zugewiesen haben. In der Praxis werden allerdings auch Armaturen mit einer KKS-Kennzeichnung versehen.

RWB. Wird ein Werkleitungsobjekt des Mediums Fernwärme entfernt, wird dies der Abteilung GIS-Dokumentation per Mail mitgeteilt. Werden neue Objekte verbaut, wird die Abteilung GIS-Dokumentation aufgeboten diese Objekte einzumessen (Abb. 3.26), da diese Abteilung einen auf Fernwärme spezialisierten Mitarbeiter hat.

Die entfernten Objekte werden im Fernwärmekataster entfernt und neue Objekte werden der GIS-Datenbank hinzugefügt. Da die KKS-Kennzeichnung zum Zeitpunkt des Baus noch nicht bekannt ist, kann diese erst nachträglich erfasst werden. Objekte welche eine KKS-Kennzeichnung verlangen, werden in diesem Schritt mit dem Defaultwert „unbekannt“ erfasst.

Sobald die Fernwärmefachpersonen die KKS-Kennzeichnung für die verbauten Elemente festgelegt haben, leiten sie diese per Mail an die Abteilung GIS-Dokumentation weiter. Sind die Informationen im Geoinformationssystem aktualisiert, wird eine Rückmeldung an die zuständige Fernwärmefachperson gegeben.

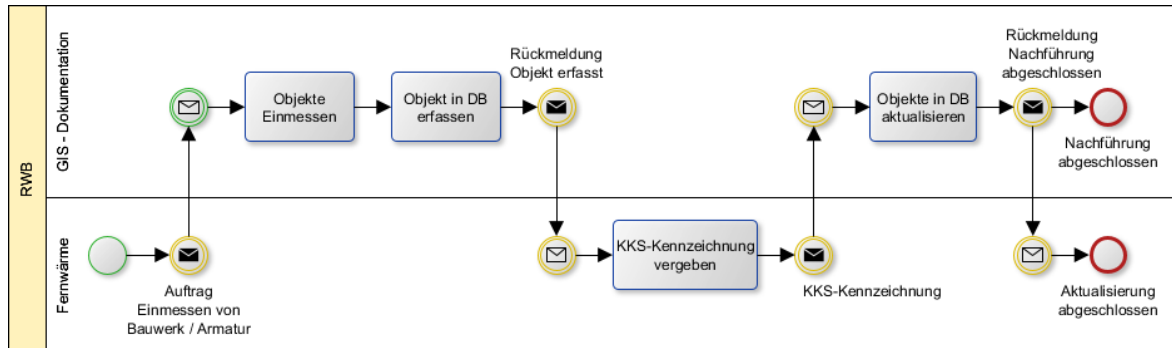


Abb. 3.26: RWB – Aktualisierung KKS-Kennzeichnung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

3.6.3 Aktualisierung Kundennummer / Anschlussleistung

Bei einer Hausstation werden Kundennummer und die Anschlussleistung in der GIS-Datenbank geführt. Die Kundennummer dient der eindeutigen Identifizierung der Hausstationen. Die Leistung ist gemäss Merkblatt SIA 2015 (S. 124) und VFS (2005, S. 70) zwingend im Kataster zu führen.

RWB. Um die Übersicht über die Anschlussleistungen von Hausstationen zu behalten, wird die Anschlussleistung in der GIS-Datenbank mitgeführt. Beim Bau einer neuen Hausstation wird die Abteilung GIS-Dokumentation beauftragt die Station einzumessen. Wurde eine Hausstation entfernt, meldet die zuständige Fernwärmefachperson dies dem zuständigen GIS-Mitarbeiter (Abb. 3.27).

Zum Zeitpunkt, an dem die Hausstation eingemessen wird, erhält der GIS-Mitarbeiter meist keine Informationen über die Anschlussleistung und die Kundennummer ist noch nicht bekannt. In einem ersten Schritt wird die Station also ohne Anschlussleistung und Kundennummer im Fernwärmekataster ergänzt.

Sobald bei der Abteilung Fernwärme die Kundennummer bekannt ist, wird die Abteilung GIS-Dokumentation per Mail über die abonnierte Anschlussleistung und die Kundennummer informiert. Nach Abschluss der Aktualisierung der Hausstation gibt der GIS-Mitarbeiter der Fernwärmefachperson eine Rückmeldung über die Vervollständigung der attributiven Informationen.

Ein Jahr nach dem Bau der Hausstation evaluiert die Abteilung Fernwärme die effektiv benötigte Anschlussleistung und passt diese entsprechend an. Die neu festgelegte Anschlussleistung teilt die zuständige Fernwärmefachperson der Abteilung GIS-Dokumentation per Mail mit. Sobald der GIS-Mitarbeiter die Anschlussleistung in der GIS-Datenbank angepasst hat, informiert er die Fernwärmefachperson über die attributive Vollständigkeit der Hausstation.

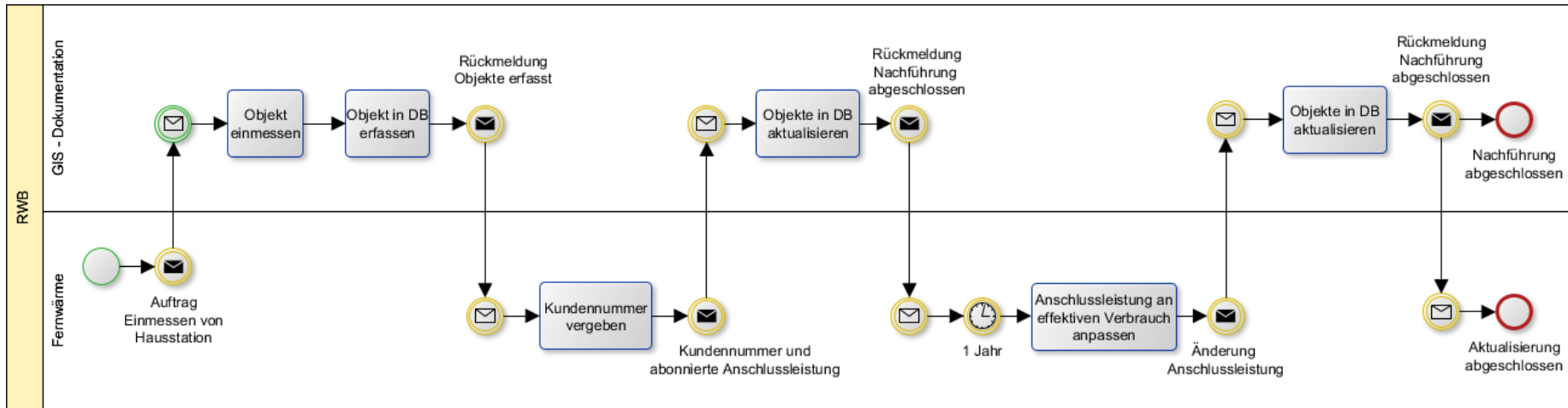


Abb. 3.27: RWB – Aktualisierung Kundennummer / Anschlussleistung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

3.6.4 Zwischenfazit Medium Fernwärme

Die Aktualisierung der KKS-Kennzeichnung, der Kundennummer und der Anschlussleistung sind keine komplexen Prozesse und funktionieren ohne weitere Probleme. Obwohl der Prozess ohne grössere Probleme funktioniert, wünschen sich die Prozessbeteiligten eine Optimierung.

Bevor auf das heutige Geoinformationssystem gewechselt wurde, konnten die Fernwärmefachpersonen die erwähnten Aktualisierungen über das Web selbst vornehmen. Seit der Umstellung ist der Zeitaufwand für die Aktualisierung der Daten angestiegen. Zuvor brauchte es für solche Prozesse die Abteilung GIS nicht und es mussten keine Mails hin und hergeschrieben werden. Hinzu kommt, dass die Informationen über die Hausstationen nicht immer zeitnah an die Abteilung GIS-Dokumentation gesendet werden und so die Aktualität der Werkinformation beeinträchtigt. Sowohl die GIS-Mitarbeiter als auch die Fernwärmefachpersonen wünschen sich die Möglichkeit Daten im Web zu aktualisieren zurück.

Eine weitere Schwierigkeit auf Seiten der Abteilung GIS ist die fehlende Eindeutigkeit der Objekte. Bei Hausstationen können die notwendigen Aktualisierungen über die Adresse zugewiesen werden. Bei Schieber und Schächten, wo es in erster Linie um die Aktualisierung der KKS-Kennzeichnung geht, wird von den Fernwärmefachpersonen in der Regel eine Adresse zur Objektidentifikation angegeben. Wenn allerdings mehrere Objekte desselben Typs sehr nahe beieinander liegen kann es zu Schwierigkeiten bei der Zuordnung der Aktualisierungsangaben kommen (vgl. Abb. 3.28). Erst die KKS-Kennzeichnung identifiziert ein Objekt eindeutig.

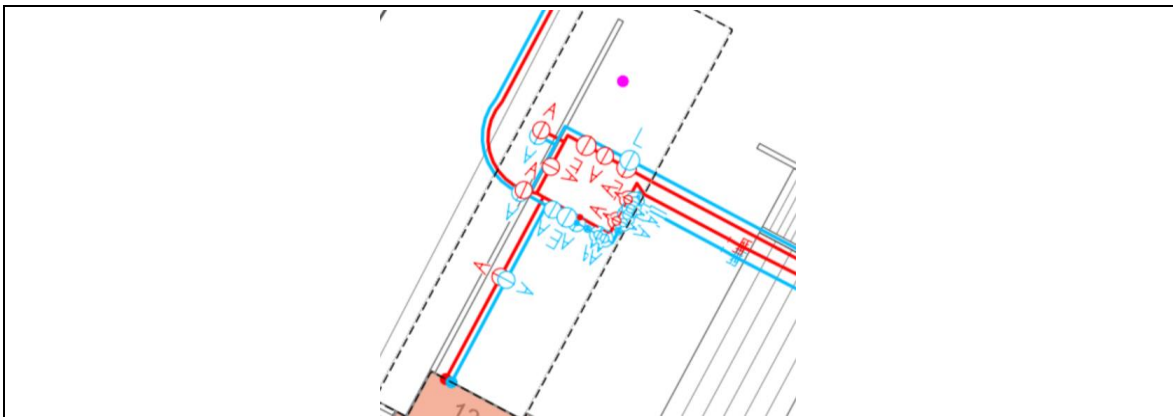


Abb. 3.28: Fernwärme – sehr nahe beieinanderliegende Armaturen

Quelle: GEOPROREGIO 2018c (nicht öffentlich zugänglich)

3.8 Prozessbeschreibung Kleinkataster

Nebst dem Werkleitungskataster können Werke auch diverse Kleinkataster im Auftrag einer Gemeinde führen, wie zum Beispiel Baumkataster, Grünflächenkataster, Sitzbankkataster, Signalisationskataster oder auch Mülleimerkataster. Die Gemeinde benötigt die Informationen der Kataster in erster Linie für die Unterhaltsplanung.

- **EWV:** Die EWV führt keine Kleinkataster.
- **EWZ:** Die EWZ führt keine Kleinkataster.
- **RWB:** Die RWB führt diverse Kleinkataster. Dazu gehören unter anderem ein Baumkataster, ein Kunstbautenkataster und ein Signalisationskataster. Während dem Interview wurde der Nachführungsprozess des Baumkatasters diskutiert.
- **SWL:** Die SWL führt verschiedene Kleinkataster. Dazu gehören unter anderem ein Objektkataster und ein Baumkataster. Wie bei der RWB wurde auch bei der SWL der Baumkataster während des Interviews thematisiert.
- **TBS:** Die TBS führt keine Kleinkataster.

3.8.1 Baumkataster

Ein Baumkataster beinhaltet alle Bäume einer Gemeinde. Es werden neben Art und Pflanzungsjahr auch Vitalität und Schäden dokumentiert. Vitalität und Schäden helfen bei der Beurteilung, ob ein Baum gefährlich für Menschen und Infrastruktur werden kann. Da Bäume im urbanen Raum einen grossen ökologischen Wert haben, ist es wichtig, Bäume bei der Koordination von Bauvorhaben miteinzubeziehen.

RWB. In Baden ist die Gemeinde für die Pflege der Bäume verantwortlich. Periodisch kontrolliert ein Mitarbeiter der Stadt alle Stadtbäume. Diese Kontrolle erfolgt mit Papier und Stift. Dokumentiert wird der Zustand eines Baumes, ob ein neuer Baum dazugekommen ist und ob es Bäume gibt, welche gefällt wurden oder in naher Zukunft gefällt werden (Abb. 3.29). Ist die Kontrolle der Bäume abgeschlossen, werden die Handnotizen an die Abteilung GIS-Dokumentation gesendet.

Die Daten werden von einem GIS Mitarbeiter verarbeitet. Wurde ein Baum entfernt, so wird der Datensatz aus der Datenbank gelöscht. Wurde der Zustand eines Baumes erfasst, so wird der Datensatz aktualisiert. Wurde vom städtischen Mitarbeiter ein neuer Baum dokumentiert, so löst der Mitarbeiter der Abteilung GIS-Dokumentation einen Vermessungsauftrag bei der Abteilung GIS-Vermessung aus.

Ein Vermesser nimmt nun Kontakt mit der verantwortlichen Person der Stadt auf, um einen Termin für die Einmessung der neuen Bäume auszumachen. Sind die Bäume eingemessen, werden die Daten von der Abteilung GIS-Vermessung so aufbereitet, dass die Abteilung GIS-Dokumentation die Bäume im Geoinformationssystem erfassen kann. Sind alle Informationen verarbeitet, ist der Prozess abgeschlossen.

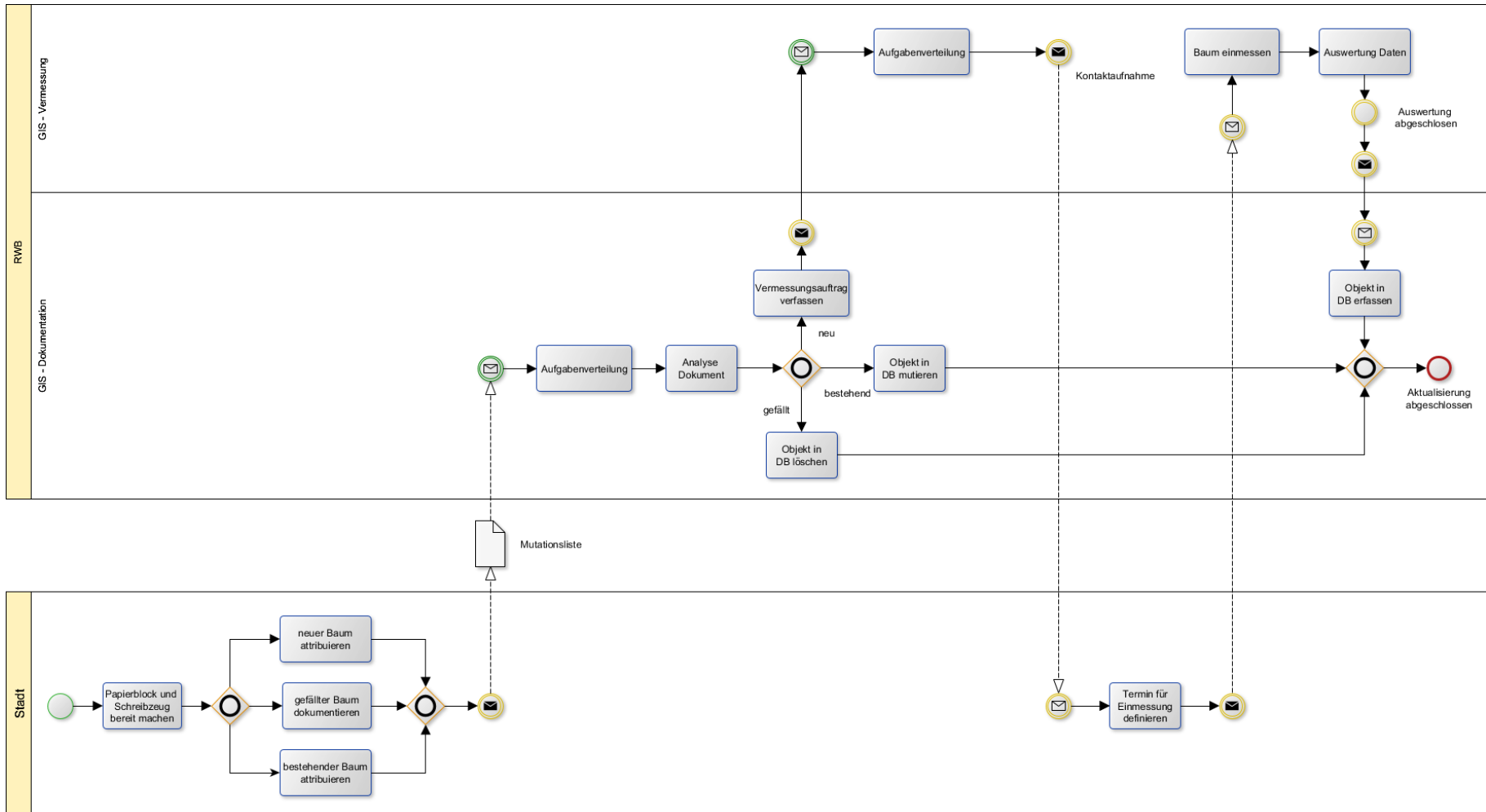


Abb. 3.29: RWB – Aktualisierung Baumkataster

Quelle: Eigene Darstellung 2018

SWL. Bei der SWL läuft der Prozess der Nachführung des Baumkatasters ähnlich wie bei der RWB ab. Periodisch kontrolliert ein Mitarbeiter der Stadt Lenzburg die vorhandenen Bäume und macht sich Notizen zum Zustand der Bäume. Zudem werden Notizen zu neuen und entfernten Bäumen gemacht (Abb. 3.30). Die gesammelten Notizen werden der Abteilung GIS weitergeleitet.

Ein Mitarbeiter der Abteilung GIS aktualisiert in der GIS-Datenbank die bestehenden Baumobjekte mit den neuen Informationen. Entfernte Bäume werden aus der Datenbank gelöscht. Sind Notizen zu neuen Bäumen vorhanden, muss der GIS-Mitarbeiter mit der zuständigen Fachperson der Stadt einen Termin für das Einmessen der Bäume vereinbaren. Zusammen mit der Stadt werden die Bäume eingemessen. Sobald alle neuen Bäume eingemessen wurden, erfasst der Mitarbeiter diese in der GIS-Datenbank.

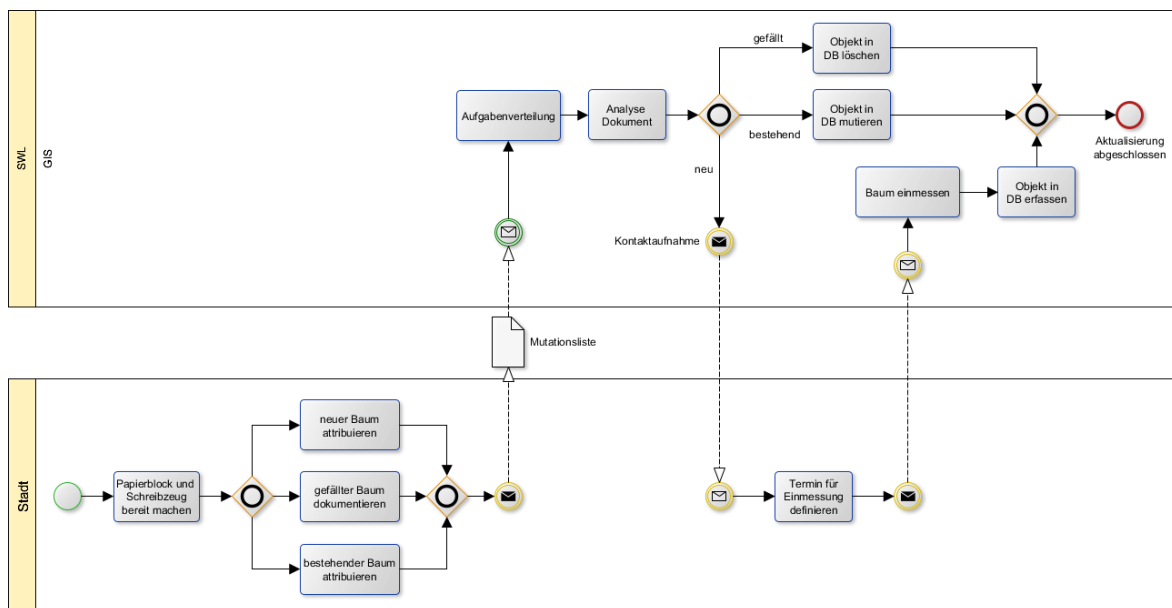


Abb. 3.30: SWL – Aktualisierung Baumkataster

Quelle: Eigene Darstellung 2018

3.8.2 Zwischenfazit Kleinkataster

Sowohl bei der SWL als auch bei der RWB läuft der Prozess der Nachführung des Baumkatasters ähnlich ab. Der einzige Unterschied ist, dass es bei der SWL nur zwei Akteure gibt und kein zusätzlicher Vermesser aufgeboden werden muss, um einen neuen Baum einzumessen. Bei beiden Werken werden die Daten im Feld mit Papier und Stift erfasst. Zudem kommt es bei beiden Werken immer wieder zu Fehlinformationen im Geoinformationssystem bezüglich der Baumart, da die GIS-Mitarbeiter in der Regel kein vertieftes Fachwissen über Bäume haben.

Die RWB sowie die SWL sind sich einig, dass die attributiven Informationen durchaus von den jeweils zuständigen Fachpersonen der Stadt erfasst werden können. Die geographische Lage der Objekte soll aber weiterhin von den GIS-Mitarbeitern erfasst werden. Die Begründung liegt in der Lagegenauigkeit, denn Objekte wie Bäume, Mülleimer oder Sitzbänke sollen zentimetergenau eingemessen werden. Die SWL ist diesbezüglich zum Zeitpunkt der hier vorliegenden Arbeit dabei eine Lösung der geoProRegio AG zu testen.

3.9 Zwischenfazit Prozessbeschreibung

Die Prozessbeschreibungen in Kapitel 3.2 bis 3.7 zeigen, dass die Prozessabläufe, wie Daten vom Feld in die GIS-Datenbank übertragen werden, sehr unterschiedlich gestaltet sind. Am meisten unterscheidet sich die RWB von den anderen interviewten Werken, da sie auch die meisten Daten im Geoinformationssystem verwaltet.

Die Prozesse, welche die Neuerfassung oder das Entfernen eines Objektes zum Ziel haben, sind bei der EWW, der EWZ, der SWL und der TBS nahezu identisch, was unter anderem am ähnlichen Aufbau der GIS-Abteilung liegt. Bei diesen vier Werken ist ein GIS-Mitarbeiter sowohl für das **Einmessen** der Werkleitungsobjekte als auch für die **Nachführung** des Katasters zuständig. Die RWB hat hingegen GIS-Mitarbeiter, welche nur für die Nachführung der Kataster und Mitarbeiter, welche nur für die Vermessung zuständig sind. Ausgenommen von dieser Aufteilung ist die Einmessung und Nachführung von Fernwärmeobjekten. Durch diese Konstellation sind die Kommunikationswege länger als bei den anderen Werken. Die kürzesten Kommunikationswege hat die EWZ, da das Werk ausschliesslich das Elektrizitätsnetz von Zermatt unterhält.

Die **Kommunikation** war bei allen Interviews ein Thema. Ein Hauptproblem ist unter anderem, dass Informationen gar nicht oder zu spät von den Fachabteilungen an die GIS-Abteilung weitergegeben werden. Diese Problematik hat einen grossen Einfluss auf die Datenaktualität und die Datenqualität und führt insbesondere dann zu Schwierigkeiten, wenn die Abteilung GIS Datenauskünfte erteilen oder Daten an den Kanton abgegeben muss. Fehlende und unvollständige Daten können negative Auswirkungen auf sicherheitsrelevante Aspekte haben oder rechtliche Folgen haben.

Ein weiteres Problem sind **Handnotizen**, welche zum Teil sehr schwer zu entziffern sind. Um den Kataster trotzdem korrekt nachführen zu können, müssen immer wieder Rücksprachen mit den Fachverantwortlichen der verschiedenen Abteilungen gehalten werden. Diese Rücksprachen sind zum Teil sehr zeitaufwändig und führen dazu, dass die Nachführungen des Katasters in Verzug geraten können. Bei der RWB kann es nicht nur zwischen der Abteilung GIS-Dokumentation und den Fachabteilungen zu Missverständnissen und Unklarheiten kommen, sondern auch zwischen der Abteilung GIS-Dokumentation und der Abteilung GIS-Vermessung. Dies zeigt und wird auch durch die interviewten Personen bestätigt, dass je mehr Akteure in einen Prozess involviert sind, umso mehr Fehlerquellen vorhanden sind.

Bei der RWB, der SWL und der TBS wurde das Problem der **werksspezifischen Begriffe** erwähnt. Am ausgeprägtesten ist dieses Problem bei der RWB. Oft kommt es dazu, dass werksspezifische Begriffe verwendet werden, welche nicht allgemeingültig sind und nicht den Normen, Richtlinien und Empfehlungen der Fachverbände entsprechen. Die genannten Werke versuchen allerdings den Werkleitungskataster möglichst Normkonform zu führen, sodass allfällige Datenabgaben an den Kanton vorschriftsgemäss gemacht werden können.

Alle Werke sind sich einig, dass in Zukunft nicht mehr Papierformulare ausgefüllt werden sollen, sondern dass die Informationen direkt digital im Feld erfasst werden sollen. Die EWZ äussert allerdings Bedenken, was die **mobile Datenerfassung** betrifft. Einerseits muss die Akkulaufzeit der Geräte sehr gut sein, sodass gewährleistet werden kann, dass das Gerät während mindestens acht Stunden lauffähig ist. Dies kann insbesondere im Winter ein Problem sein, wenn die Temperaturen

unter den Gefrierpunkt fallen. Des Weiteren kann der Netzeempfang ein Hindernis darstellen. Die mobile Datenerfassung müsste auch offline möglich sein.

Die SWL arbeitet bereits mit einer Instandhaltungssoftware der Firma Inventsys und erfasst viele Informationen zu den einzelnen Werkleitungsobjekten nicht in der GIS-Datenbank. Auch die Informationen zur öffentlichen Beleuchtung sollen zukünftig nicht mehr in der GIS-Datenbank geführt werden. Dazu äusserten sich die GIS-Mitarbeiter der SWL kritisch, da sie unter anderem Papierpläne mit diesen Informationen erstellen müssen. Zudem sollen die Daten auch im Web-GIS weiterhin ersichtlich bleiben. Die **Schnittstelle** vom GIS zur Instandhaltungssoftware und umgekehrt muss ihrer Meinung nach gewährleistet sein und müsste zunächst noch entwickelt werden. Dieser Meinung ist auch die EWW, welche zum Zeitpunkt des Interviews verschiedene Instandhaltungssoftwares getestet hat. In diesem Zusammenhang hat die EWZ das Ziel alle Excellisten abzulösen und die Daten in der GIS-Datenbank zu verwalten. Dies bedingt allerdings, dass nicht nur die GIS-Mitarbeiter Zugriff auf die Datenbank haben, sondern auch die anderen Mitarbeiter der EWZ.

Die RWB, welche bereits einen Grossteil der werkobjektbezogenen Daten in der GIS-Datenbank verwaltet, wünscht sich eine Vereinfachung der Prozessabläufe. Insbesondere die Fachabteilungen möchten eine Möglichkeit die Daten selbst in der Datenbank anpassen zu können. Dies war früher bereits einmal möglich. Nach der Umstellung auf ein anderes Geoinformationssystem wurde diese Möglichkeit abgeschafft. Die Abteilung GIS wünscht sich zwar, dass die Fachabteilungen die Daten digital erfassen, sie sollen aber keine direkten Schreibrechte auf die GIS-Datenbank haben. Es soll eine Kontrollinstanz zwischen der Datenerfassung der Fachabteilung und der Datenintegration im GIS geben.

Beim Thema Kleinkataster sieht dies anders aus. Sowohl die RWB als auch die SWL sind sich einig, dass die Dateneigentümer ihre Daten direkt auf der Datenbank attributiv verändern dürfen. Die Lage der Objekte soll allerdings weiterhin durch die GIS-Abteilungen erfasst werden.

Alle Werke sind sich einig, dass die Prozesse an die heutigen technischen Möglichkeiten angepasst werden müssen.

4 Prozessanalyse und Prozessoptimierung

Im ersten Teil dieses Kapitels werden die Erkenntnisse aus Kapitel 3 diskutiert und die Faktoren, welche bei einer Prozessoptimierung berücksichtigt werden sollen, analysiert. Im zweiten Teil werden Optimierungsansätze thematisiert und im letzten Teil des Kapitels wird ein prototypischer Prozess zur Aktualisierung von attributiven Informationen vorgestellt.

4.1 Prozessanalyse

Kapitel 3 hat aufgezeigt, dass es verschiedene Prozesse zur Nachführung von attributiven Informationen von Werkleitungsobjekten gibt und verschiedene Gründe für eine Veränderung und Optimierung der Prozesse existieren. Diese Gründe werden in den nachfolgenden Abschnitten aufgezeigt und konkretisiert.

Prozessbeschreibung. Die Interviews und die daraus entstandenen Prozessbeschreibungen zeigen, dass die Prozesse bis anhin nicht dokumentiert und beschrieben wurden. Dies führt dazu, dass jeder der Prozessbeteiligten eine etwas andere Sicht auf den Prozess hat und diesen auch anders beschreibt. Es gibt keine ganzheitliche und einheitliche Sicht über alle Prozessschritte innerhalb eines Prozesses.

Zeit / Datenaktualität. Das Thema Zeit ist nicht nur für den gesamten Prozess von Bedeutung, sondern auch für die einzelnen Prozessschritte. Wenn einzelne Prozessschritte oder das Warten darauf, dass ein Prozessschritt ausgelöst wird, viel Zeit in Anspruch nimmt, kann das Durchlaufen eines Prozessdurchgangs mehrere Wochen, Monate oder sogar Jahre dauern. Verstreicht zu viel Zeit vom Start bis zum Ende eines Prozesses sind die Werkleitungsobjekte nicht mehr aktuell. Diese negative Auswirkung auf die Aktualität der Daten widerspricht den Normen, Richtlinien und Empfehlungen des SIA, des VSA, des VFS, des VSE und des SVGW (vgl. Kapitel 2.3).

Während den Interviews wurde klar, dass die meisten Prozessschritte keinen zeitlichen Vorgaben unterliegen. So ist zum Beispiel nicht geregelt, wie lange die Nachführung von attributiven Daten dauern sollte. Auch ist oft nicht geregelt, wie lange der Zeitraum zwischen der Erfassung der Lage, der Einarbeitung im Geoinformationssystem und der Erfassung der attributiven Informationen sein darf. Dies führt, laut Interviewpartnern, immer wieder zu Unstimmigkeiten zwischen den Fachverantwortlichen der verschiedenen Medien und den GIS-Mitarbeitern. Werden die einzelnen Prozesse analysiert, können verschiedene Punkte im Prozess ermittelt werden, bei welchen die Zeit ein kritischer Aspekt sein kann:

- Werden attributive Informationen von den Fachabteilungen nicht unmittelbar nach dem Bau an die GIS-Abteilung weitergegeben, können die Werkleitungsobjekte nicht nachgeführt werden.
- Werden attributive Informationen nicht unmittelbar nach Erhalt in der GIS-Datenbank nachgeführt, leidet die Aktualität der Werkleitungsobjekte darunter und die Fachverantwortlichen der verschiedenen Medien haben keine saubere Grundlage für die Planung des Netzunterhalts und des Netzausbaus.

- Ist die Nachführung der attributiven Informationen umfangreich und komplex, braucht der GIS-Mitarbeiter länger als gewöhnlich, bis die Daten aktualisiert sind.
- Sind Rückfragen nicht möglich, da die verantwortliche Fachperson abwesend ist, muss die Nachführung pausieren.
- Sind viele verschiedene Akteure an einem Prozess beteiligt, kann es bei jedem Prozessschritt zu Verzögerungen kommen.

Skalierbarkeit. Die verschiedenen Ver- und Entsorgungsnetze werden laufend ausgebaut und verbessert. Dies bedeutet auch eine grössere Datenmenge, welche von den jeweiligen Mitarbeitern verarbeitet werden muss. Bei vielen der in Kapitel 3 beschriebenen Prozesse wird mündlich oder mit Handnotizen kommuniziert, wobei auch mündliche Informationen in einer Handnotiz enden. Erhält der GIS-Mitarbeiter Informationen zur Nachführung mündlich, müssen diese Informationen festgehalten werden, damit sie nicht vergessen gehen.

Je grösser ein Ver- oder Entsorgungsnetz ist, desto mehr Objekte müssen unterhalten und gewartet werden und somit wird auch die Anzahl der in der GIS-Datenbank nachzuführenden Objekte grösser. Dies bedeutet eine stetige Zunahme von Informationen, welche von einer Abteilung zur Nächsten weitergegeben werden müssen. Sowohl die Fachverantwortlichen eines Mediums als auch die GIS-Mitarbeiter müssen sich der Herausforderung stellen, die Übersicht über die Nachführung zu behalten und Handnotizen so abzulegen, dass nichts vergessen geht.

Durch die Interviews hat sich herausgestellt, dass die verschiedenen Prozessbeteiligten oft nicht wissen, wie der Prozess in seiner Gesamtheit abläuft. Dieses Unwissen kann dazu führen, dass die einzelnen Prozesse und Prozessschritte nicht genügend schnell angepasst werden können und die Informationen nicht mehr genügend schnell verarbeitet werden können, entsprechend skalieren die Prozesse nur schlecht.

Ressourcenschonung. Die RWB hat sich 2016 mit dem Thema Ressourceneffizienz auseinandergesetzt und verschiedene Ansätze zur Ressourcenschonung erarbeitet. Demnach soll, soweit als möglich, auf Papier verzichtet werden. Es wurde festgelegt, dass keine Mails ausgedruckt und keine unnötigen Kopien erstellt werden sollen.

Die Interviews haben gezeigt, dass das Hauptmedium zum Übermitteln von Nachrichten und zum Dokumentieren der Datenerhebungen im Feld Papier ist. Häufig werden Kopien von Listen, Formularen und Notizen gemacht, um diese zu archivieren und weiterzugeben. Je mehr Informationen ausgetauscht werden müssen, desto mehr Papier wird unnötigerweise benötigt, denn nicht archivierte Kopien werden in der Regel irgendwann entsorgt.

Fehlerquellen. In den Interviews wird deutlich, dass es in verschiedenen Prozessschritten immer wieder zu unerwünschten Fehlern kommt:

- Werden Informationen mündlich weitergegeben, können nachführungsrelevante Aspekte vergessen werden und es müssen Rückfragen getätigt werden, welche die Nachführung verzögern.

- Wenn Handnotizen schwer zu entziffern sind, können falsche Informationen in die GIS-Datenbank übertragen werden.
- Werden die Daten im Feld von Hand erfasst, kann es zu Schreibfehlern kommen, Werte werden falsch notiert oder es werden Begriffe verwendet, welche keine allgemeine Gültigkeit haben.
- Fehlendes Wissen, welche Informationen und in welcher Form diese von einem Prozessbeteiligten zum nächsten weitergegeben werden sollen, führt dazu, dass die Werkleitungsobjekte lückenhaft oder fehlerhaft attribuiert werden.

Kommunikation. Allen gemein ist zudem, dass die Kommunikation nicht einheitlich ist und Informationen über verschiedene Wege zur Abteilung GIS gelangen. Dies können Mails, mündliche Nachrichten per Telefon oder direkt, Handnotizen oder von Hand ausgefüllte und bearbeitete Formulare sein. Diese Vielfalt führt immer wieder zu Verwirrung und durch diese Unklarheiten können Fehler entstehen.

In den interviewten Werken haben die Mitarbeiter der Fachabteilungen keinen direkten Zugriff auf das Geoinformationssystem mit welchem die GIS-Mitarbeiter arbeiten. Die Fachabteilungen können die Daten über ein webbasiertes Kartenportal einsehen. Die Sicht auf die Daten ist im Web-GIS allerdings oft nicht identisch mit der Sicht, welche die GIS-Mitarbeiter auf die Daten haben. Zum Beispiel sind nicht alle Attribute im Web-GIS ersichtlich, eine Historie wird nicht abgebildet oder die Relationen zwischen den Objekten kann nicht abgefragt werden. Dies erschwert unter anderem die Kommunikation zwischen den verschiedenen Akteuren, da den Mitarbeitern der Fachabteilungen Informationen in Bezug auf die Daten fehlen.

4.2 Prozessoptimierung

Kapitel 3 und 4.1 zeigen, dass die verschiedenen Prozesse mit ähnlichen Schwierigkeiten und Problematiken zu kämpfen haben und dass sich alle Interviewpartner eine Vereinfachung der Prozesse und eine Anpassung an die technischen Möglichkeiten, welche heute zur Verfügung stehen, wünschen. Daraus können verschiedene Ansatzpunkte für eine Veränderung abgeleitet werden, wie zum Beispiel die Regelung der Verantwortlichkeit, Kontrollmechanismen etc.

Dieses Kapitel beschreibt welche Aspekte der Prozesse und der Prozessschritte verändert und optimiert werden sollen. Der Fokus liegt auf einer digitalen Datenerfassung und auf einem besseren Prozessverständnis der einzelnen Prozessbeteiligten.

Prozessmanagement. Um die Optimierung der Prozesse auch in Zukunft zu gewährleisten und schnell auf Veränderungen reagieren zu können, ist die Einführung eines Prozessmanagements als sinnvoll zu erachten (vgl. Kapitel 2.4).

Prozessbeschreibung. Im Sinne eines Prozessmanagements ist das Beschreiben der Prozesse für das Prozessverständnis erforderlich. Die Prozessoptimierung setzt also bei der Prozessbeschreibung an und beinhaltet nicht nur das Beschreiben von den zu optimierenden Prozessen sondern auch das Beschreiben des optimierten Prozesses. Dies hilft dabei, die Prozesse auch in Zukunft laufend zu optimieren und an neue Gegebenheiten anzupassen.

Separieren / Entflechten. Bei der Beschreibung der aktuell vorliegenden Prozesse ist aufgefallen, dass es für die interviewten Personen schwer nachzuvollziehen ist, welche Prozessschritte zu einer Nachführung und welche zu einer Ersterfassung gehören (vgl. Kapitel 1). Die Prozessoptimierung, welche im Rahmen der vorliegenden Arbeit vorgeschlagen wird, entflechtet und separiert die bestehenden Prozesse (vgl. Abb. 2.18) dahingehend, dass die Ersterfassung und die Nachführung zwei klar voneinander getrennte Prozesse darstellen. Für die vorliegende Arbeit ist der Nachführungsprozess von Belang, daher wird der Ersterfassungsprozess nicht weiter thematisiert.

Technische Möglichkeiten. Früher wurden Werkleitungskataster auf Papierplänen dokumentiert. Die Möglichkeiten, welche eine digitale Datenhaltung bietet, haben dazu geführt, dass die Werkleitungspläne digitalisiert wurden. In diesem Sinne soll die Aktualisierung von attributiven Informationen von Werkleitungsobjekten nicht mehr über Papierformulare erfolgen, sondern es sollen die heutigen technischen Möglichkeiten genutzt werden. Die Datenerhebung durch die Fachabteilungen der verschiedenen Medien soll digital erfolgen. Der Entscheid, eine digitale Datenerhebung einzuführen löst verschiedene Prozessveränderungen aus: Einerseits wird es eine Verlagerung der Verantwortlichkeiten geben, was mit einer Veränderung der Anforderungen an die einzelnen Prozessbeteiligten einhergeht, andererseits können Fehlerquellen reduziert werden. Diese und weitere im Zusammenhang stehende Aspekte werden in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

Verantwortlichkeit. Während den Interviews hat sich gezeigt, dass die Verantwortung für die sachliche Korrektheit der attributiven Informationen von Werkleitungsobjekten oft nicht klar geregelt ist. In der Regel werden die GIS-Mitarbeiter für falsch erfasste Informationen verantwortlich gemacht, auch wenn diese Fehler auf eine unsaubere Dokumentierung seitens der Fachabteilungen oder auf unzureichende Kommunikation zurückzuführen sind. Diese Problematik resultiert daraus, dass die Fachabteilungen nicht dieselbe Sicht auf die Werkleitungsinformationen haben wie die GIS-Mitarbeiter und so die verschiedenen Akteure nicht dieselbe Kommunikationsbasis haben.

Der Nachführungsprozess soll dahingehend optimiert werden, dass die Verantwortung der sachlichen Korrektheit der Werkleitungsobjekte bei den zuständigen Fachpersonen der jeweiligen Medien liegt. Dies spart einerseits zeitliche Ressourcen ein, da Prozessschritte eliminiert werden können, andererseits kann die Datenqualität, die Datenaktualität und die Vollständigkeit der Werkleitungsinformationen gesteigert werden. Um die Verantwortlichkeit optimaler zu regeln, brauchen die Fachabteilungen einen besseren Zugang zu ihren Daten. Dies kann über den direkten Zugriff auf das Geoinformationssystem erfolgen oder über eine Drittanwendung, welche eine Schnittstelle zum Geoinformationssystem besitzt. Wie in Kapitel 4.1 bereits thematisiert, ist zum heutigen Zeitpunkt nicht vorgesehen, dass die Fachabteilungen einen direkten Zugriff auf das Geoinformationssystem erhalten. Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Arbeit der Einsatz einer Webanwendung verfolgt, was auch den Vorteil hat, dass die Datenerhebung so geräteunabhängig vorgenommen werden kann und den Einsatz von Tablets und Smartphones ermöglicht.

Die Fachpersonen der jeweiligen Medien sollen die attributiven Informationen zukünftig weitgehend selbst aktualisieren. Die Abteilung GIS soll nur noch für den Import der aktualisierten Datensätze ins Geoinformationssystem verantwortlich sein.

Zeit / Ressourcenschonung. Ziel der Prozessoptimierung ist auch die zeitlichen Ressourcen effizienter zu nutzen und unnötige und ineffiziente Prozessschritte zu eliminieren oder zu verändern, um so die Datenaktualität zu steigern. Für die Abteilung GIS bedeutet dies, dass der Prozessschritt

der manuellen Nachführung und somit das Übertragen von handgeschriebenen Informationen in die GIS-Datenbank eliminiert werden soll. Um diese Optimierung zu erreichen, muss die Datenerhebung durch die Fachabteilung verändert werden. Durch eine digitale Datenerfassung können die Prozessschritte dahingehend optimiert werden, dass die Gesamtzeit für die Nachführung von attributiven Informationen verringert werden kann und Ressourcen geschont werden können. Folgende Prozessschritte sollen abgelöst werden:

- Erstellung von Listen durch die Abteilung GIS
- Kopien von Formularen erstellen
- Rein schreiben von handgeschriebenen Notizen durch Mitarbeiter der Fachabteilungen
- Manuelles Nachführen von Werkleitungsobjekten durch GIS-Mitarbeiter
- Informationsaustausch per Handnotiz
- Das Zirkulieren von Listen und Formularen

Durch eliminierte und minimierte Wartezeiten und effizientere Prozessschritte kann die Aktualität der Werkinformationen gesteigert werden, da vom Start bis zum Ende des Prozesses weniger Zeit verstreicht.

Kommunikation. Die Optimierung des Nachführungsprozesses beinhaltet auch eine Veränderung der Kommunikations- und Informationsaustauschstruktur. Der Prozess legt fest, wie der Informationsaustausch stattfinden soll und schafft so eine Vereinheitlichung für alle Prozessbeteiligten. Handnotizen und mündliche Informationen werden durch einen digitalen Informationsaustausch abgelöst, was bedeutet, dass nur noch per Mail Informationen ausgetauscht werden sollen. Im Rahmen der Aktualisierung von attributiven Informationen von Werkleitungsobjekten soll es zudem eine Reduzierung von Informationsflüssen zwischen der Abteilung GIS und den Fachabteilungen geben.

Kontrollmechanismen. Durch die Wahl einer digitalen Datenerhebung eröffnen sich neue Möglichkeiten gegenüber der traditionellen Erfassungsmethode in Bezug auf Kontrollmechanismen. Die Optimierung des Nachführungsprozesses hat, wie bereits unter dem Punkt Verantwortlichkeit beschrieben, eine Steigerung der Datenqualität und der Datenvollständigkeit zum Ziel. Diese beiden Ziele können erreicht werden, wenn bereits während der Erfassung Datenprüfungen durchgeführt und Pflichtattribute definiert werden. Die Datenprüfungen sind je nach Medium und Nachführungsgegenstand unterschiedlich.

4.3 Prototypischer Prozess

Der prototypische Prozess in Abb. 4.1 zeigt, wie der Nachführungsprozess der attributiven Informationen unter Berücksichtigung der unter Kapitel 4.2 definierten Prozessoptimierungsmaßnahmen beschrieben werden kann. Der beschriebene prototypische Prozess ist medienunabhängig und betrifft nur die Aktualisierung von attributiven Informationen von Werkleitungsobjekten. Somit kann der Prozess auf alle in Kapitel 3 beschriebenen Prozesse angewendet werden.

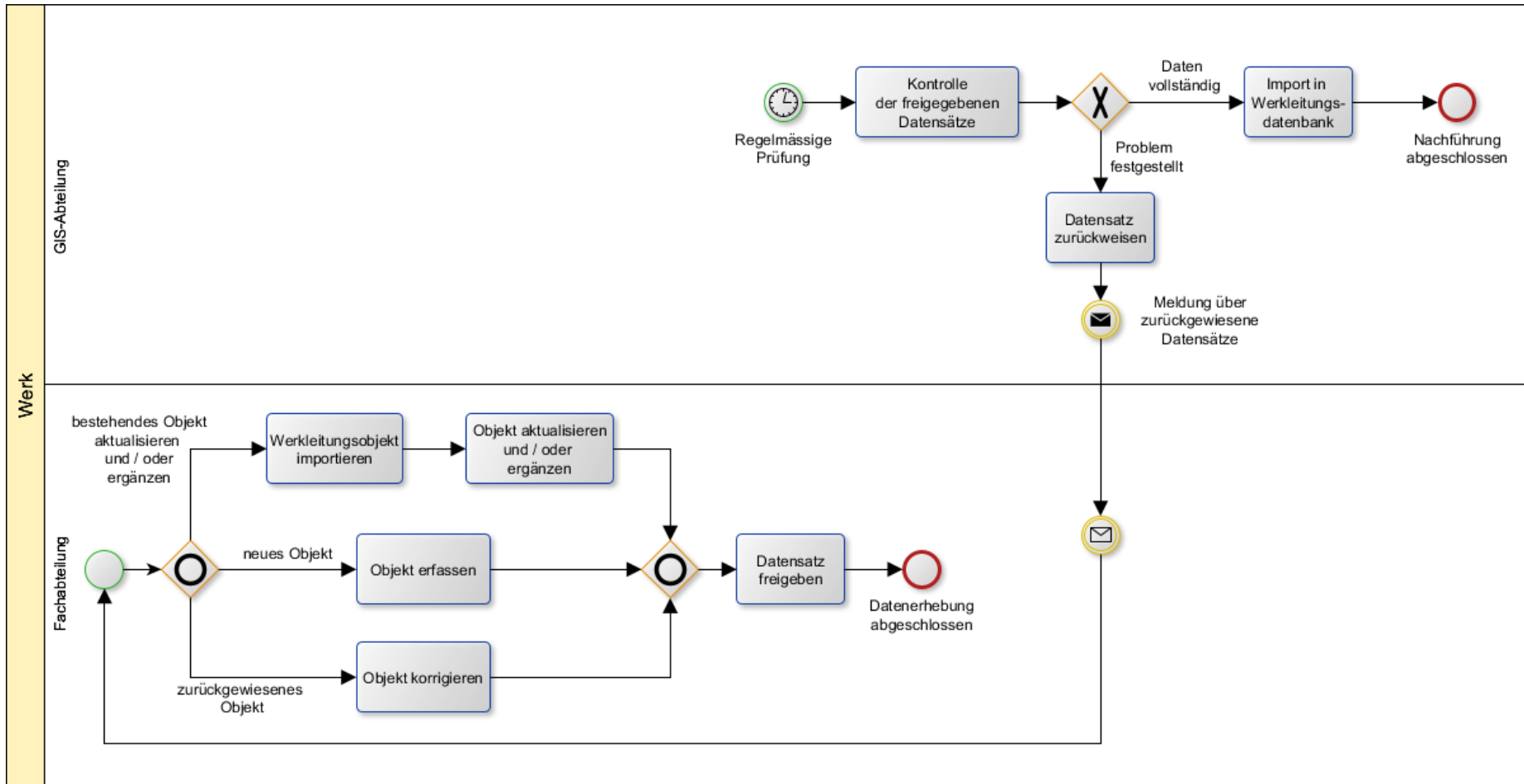


Abb. 4.1: Prototypischer Prozess

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Der Prozess der Nachführung von attributiven Informationen von Werkleitungsobjekten wurde dahingehend optimiert, dass die Datenerhebung digital zum Beispiel über eine Webapplikation erfolgt, die Anzahl der Informationsaustausche reduziert wurde und die Abteilung GIS keine Anpassung der zu aktualisierenden Datensätze mehr machen muss.

Mitarbeiter der Fachabteilungen treffen zu Beginn des Prozesses die Entscheidung ob sie neue Objekte erfassen (nur attributive Informationen), bestehende Werkleitungsinformationen aktualisieren oder von der Abteilung GIS zurückgewiesene Datensätze korrigieren wollen. Wenn ein neues Objekt erfasst wird, muss der Mitarbeiter der Fachabteilung einen neuen Datensatz für das jeweilige Objekt anlegen und für die Abteilung GIS freigeben. Soll ein bestehendes Werkleitungsobjekt attributiv verändert werden, muss der Fachabteilungsmitarbeiter zuerst die bestehenden Werkinformationen in die Datenbank der Webapplikation importieren bevor er diese bearbeiten kann. Sobald die Informationen aktualisiert wurden, muss der Datensatz für die Abteilung GIS freigegeben werden. Im Falle eines zurückgewiesenen Datensatzes muss der Mitarbeiter der Fachabteilung den Datensatz korrigieren und wieder für die Abteilung GIS freigeben.

Die Abteilung GIS definiert zusammen mit der jeweiligen Fachabteilung einen bestimmten Rhythmus zur Prüfung, ob freigegebene Datensätze vorhanden sind. Die freigegebenen Datensätze werden von einem GIS-Mitarbeiter auf die Vollständigkeit geprüft. Falls es Probleme mit dem Datensatz gibt, weist der GIS-Mitarbeiter den Datensatz an die jeweilige Fachabteilung zurück und informiert den Bearbeiter des Objekts über die Zurückweisung per Mail. Wenn die Daten sauber und vollständig sind muss der Mitarbeiter der Abteilung GIS die aktualisierten Daten in die GIS-Datenbank importieren.

5 Entwicklung Prototyp

Um das bisher entwickelte Konzept zu testen, wird ein Prototyp entwickelt. Da der Prototyp nicht alle bisher genannten Prozesse abdecken kann, widmet sich diese Arbeit der Entwicklung eines Prototyps, welcher grundlegende Anforderungen, die sich aus der Prozessoptimierung in Kapitel 4.2 ableiten lassen, abdeckt. Dabei wird auf einen einzelnen, spezifischen Prozess fokussiert und der Prototyp für das Medium Elektrizität bei den Regionalwerken AG Baden entwickelt. Als Testgegenstand wird der Prozess der Wartung der öffentlichen Beleuchtung gewählt, mit dem Hintergrund, dass bei diesem Prozess sowohl bestehende Daten angepasst werden müssen als auch neue Datensätze generiert werden sollen.

5.1 Anforderungen an den Prototyp

In diesem Kapitel werden die Anforderungen, welche an eine digitale Datenerhebung gestellt werden, beschrieben. Diese Anforderungen sind die Basis für die Entwicklung des Prototyps und sollen die in Kapitel 4.2 erarbeiteten Optimierungen umsetzen.

Unabhängigkeit. Wie bereits in Kapitel 4.2 festgelegt, soll die Datenerhebung nicht mehr mit Papierformularen geschehen, sondern mit einer digitalen Lösung. Die Mitarbeiter und die Fachverantwortlichen der verschiedenen Medien sollen von überall her Zugriff auf die erhobenen Daten haben, wobei die Sicht auf die Daten je nach Funktion und Aufgabenfeld des einzelnen Mitarbeiters variieren kann. Des Weiteren sollen die Daten unabhängig vom Gerät erfasst werden können (z.B. Laptop, Tablet, Smartphone etc.).

Benutzerverwaltung / Sicherheit. Der Benutzerverwaltung kommt eine zentrale Rolle zu. Der Fachverantwortliche des jeweiligen Mediums bestimmt, wer auf das Datenerfassungs-Portal Zugriff hat. Diese berechtigten Mitarbeiter erhalten ein persönliches Profil und werden einer Gruppe mit bestimmten Rechten zugewiesen. Diese Gruppenrechte steuern, auf welche Daten der Benutzer Zugriff hat und welche Sicht er auf diese Daten hat. Zudem steuern die Gruppenrechte, welche Aktionen ein Benutzer durchführen kann (z.B. neues Objekt anlegen, Objekt bearbeiten etc.).

Ein Vorteil einer sauberen Benutzerverwaltung ist die Gewährleistung der Sicherheit. Jeder Benutzer kann sein persönliches Passwort festlegen, sodass zum Beispiel im Falle einer Kündigung das Benutzerprofil des betroffenen Mitarbeiters gelöscht werden kann und sich der Fachverantwortliche des Mediums keine Gedanken über die Generierung eines neuen Passwortes für einen Gruppenaccount machen muss. Das persönliche Profil hilft auch dabei, die Aktivitäten der Benutzer zu protokollieren und nachverfolgen zu können, wer welche Änderungen an den Daten vorgenommen hat.

Einfachheit / Übersichtlichkeit. Die Datenerfassung muss so einfach wie möglich sein und das Handling soll intuitiv sein. Da die Affinität für die mobile Datenerfassung bei jedem Mitarbeiter unterschiedlich ausfällt, sollen die Erfassungsformulare schlicht gehalten werden und Hilfestellungen vorhanden sein.

Datenbank. Zum heutigen Zeitpunkt ist es in den Werken nicht vorgesehen, dass Mitarbeiter der Fachabteilungen direkt auf der Werkleitungsdatenbank attributive Änderungen vornehmen können

(vgl. Kapitel 4.2, Verantwortlichkeit). Aus diesem Grund muss die Datenerhebung der Fachabteilungen in einer separaten Datenbank stattfinden. Für die Mitarbeiter der GIS-Abteilungen bedeutet dies, dass sie eine Möglichkeit benötigen, die erhobenen Daten von einer Datenbank in die andere zu übertragen.

Datenqualität. Die Datenqualität soll gegenüber der heutigen Datenerhebungsmethode gesteigert werden (vgl. Kapitel 4.2, Kontrollmechanismen). Dabei sollen die gesetzlichen Bestimmungen, die vorhandenen Normen, Richtlinien und Empfehlungen berücksichtigt werden und die Datenerhebung dahingehend vorgegeben sein. Die digitale Datenerfassung bietet verschiedene Möglichkeiten Fehler bereits bei der Erfassung abzufangen und dem Benutzer das Speichern der Daten erst zu ermöglichen, wenn bestimmte Kriterien erfüllt sind:

- **Dropdown-Listen.** Über eine Dropdown-Liste wird dem Benutzer vorgegeben, welche Werte bei der Erfassung möglich sind. Auf diese Weise können Schreibfehler vermieden werden und es kann verhindert werden, dass Begriffe verwendet werden, welche keine Gültigkeit haben (z.B. werkspezifische Begriffe).
- **Standardwerte.** Standardwerte (auch Defaultwerte genannt) verringern den Erfassungsaufwand für den Benutzer, sofern es Werte gibt, welche bei der Erfassung identisch sind und nur selten davon abweichen.
- **Wertebereiche.** Bei der Erfassung von Zahlen kann es Sinn machen einen bestimmten Wertebereich festzulegen, sodass zu grosse oder zu kleine Werte nicht gespeichert werden können.
- **Pflichtattribute.** Auf Basis des bestehenden Werkleitungskatasters und den medienspezifischen Normen, Richtlinien und Empfehlungen können Pflichtattribute festgelegt werden, welche bei der Datenerhebung zwingend ausgefüllt werden müssen.

Kontrollmechanismen. Sowohl den Mitarbeitern der Fachabteilungen als auch den Mitarbeitern der GIS-Abteilung muss eine Kontrolle der erhobenen Daten möglich sein. Die Mitarbeiter der Fachabteilungen müssen die Daten direkt während und nach der Datenerhebung kontrollieren und gegebenenfalls korrigieren können. Durch die verschiedenen Ansprüche an die Datenqualität und die Umsetzung dieser Anforderungen werden die Fehlerquellen bei der Datenerhebung minimiert. Die Daten müssen von den Erfassern explizit für die Abteilung GIS freigegeben werden, sodass gewährleistet ist, dass nur Daten in den Werkleitungskataster integriert werden, welche von den Fachpersonen der verschiedenen Medien als korrekt erachtet werden.

Die Abteilung GIS muss die Daten kontrollieren bevor diese in der Werkleitungsdatenbank integriert werden und die GIS-Mitarbeiter sollen die Möglichkeit haben, Datensätze an die Fachabteilungen zurückzuweisen (vgl. Kapitel 4.2, Verantwortlichkeit). Dies für den Fall, dass es doch noch Ungereimtheiten im Datensatz gibt, wobei solche Ungereimtheiten durch die Kontrollmechanismen erst gar nicht entstehen sollten.

Erweiterbarkeit. Die Webapplikation zur Datenerhebung muss erweiterbar sein. Nicht nur das Medium Elektrizität soll abgedeckt werden, sondern es soll möglich sein, zukünftig auch andere Medien einzubinden. Des Weiteren müssen auch die Prozessschritte der Datenerhebung angepasst werden können, wenn es zum Beispiel Anpassungen der gesetzlichen Bestimmungen oder Normen gibt.

5.2 Entwicklung

In den folgenden Abschnitten dieses Kapitels wird erläutert, wie die verschiedenen Anforderungen von Kapitel 5.1 erfüllt und umgesetzt werden sollen.

Unabhängigkeit. Um eine vom Gerät unabhängige Datenerhebung umzusetzen, ist die Entwicklung einer Webapplikation zu bevorzugen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird bei der Entwicklung davon ausgegangen, dass die eingesetzten Geräte eine Möglichkeit zur mobilen Datennutzung oder Zugang zu WLAN haben. Das offline Arbeiten wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht besprochen, gehört aber zu jenen Punkten, welchen in weiteren Forschungsarbeiten Beachtung geschenkt werden sollte (vgl. Kapitel 6.3).

Für die Entwicklung des Prototyps wurde das Web-Framework **Django** gewählt, welches in **Python** geschrieben ist. Für die Entwicklung des Prototyps wurde mit Django 2.0.2 gearbeitet. Um Probleme bei der Installation von Python und Django zu vermeiden, wurde Anaconda eingesetzt. Anaconda ist eine Open Source Python-Distribution, welche frei erhältlich ist und das Verwalten der verschiedenen Pakete vereinfacht. Django 2.0 unterstützt die Python-Versionen 3.4 bis 3.7, wobei der Prototyp Python 3.6 verwendet.

Django und Python bieten im Zusammenhang mit dem Begriff Unabhängigkeit noch einen weiteren Vorteil: Beide sind Open-Source Projekte und werden durch eine breite Community unterstützt und weiterentwickelt, sodass ein breites Spektrum an Einsatzmöglichkeiten entsteht. Sowohl für Django als auch für Python gibt es Bibliotheken, welche das Arbeiten mit räumlichen Daten ermöglichen, was für die zukünftige Weiterentwicklung des Prototyps von Bedeutung sein dürfte.

Benutzerverwaltung / Sicherheit. Django hat eine vollumfängliche Benutzerverwaltung standardmässig implementiert, was für den Entwickler einer Webapplikation einen grossen Vorteil hat. Neben dem Erstellen von Benutzern und Gruppen ist es auch möglich Berechtigungen zu steuern. Einerseits können die Berechtigungen benutzerspezifisch gesteuert werden, andererseits gruppenspezifisch. Die möglichen Berechtigungen muss der Entwickler nicht selbst schreiben, sondern diese werden von Django auf Basis der angehängten Datenbank selbst erstellt. Standardmässig bietet Django auch Sicherheitsfunktionen, sodass die Seiten oder einzelne Ansichten der Webapplikation passwortgeschützt sind und nur berechtigten Benutzern zugänglich gemacht werden.

Einfachheit / Übersichtlichkeit. Um die Webapplikation so einfach wie möglich zu halten, werden klare, prägnante Begriffe verwendet und die Seiten werden klar strukturiert. **Bootstrap 4** (ein frei verfügbares CSS-Framework von Twitter) hilft dabei, Seiten und Formulare klar und übersichtlich zu gestalten: Zum Beispiel können Elemente verschachtelt dargestellt oder Informationen können aus- und eingeklappt werden. Des Weiteren ist Bootstrap komplett auf Mobiltauglichkeit ausgelegt. Um den Benutzer beim Handling der Seite zu unterstützen, sind Buttons mit Tooltips versehen.

Datenbank. In der vorliegenden Arbeit wird mit PostgreSQL 10.3 gearbeitet. PostgreSQL ist kompatibel mit Django und Python und bietet so eine breite Palette an Entwicklungsmöglichkeiten. Zudem ist über PostGIS die unkomplizierte Verarbeitung von räumlichen Daten möglich, was für die Weiterentwicklung des Prototyps von Bedeutung sein dürfte.

Zum Zeitpunkt der Entstehung der vorliegenden Arbeit erfassen die interviewten Werke die Werkleitungsdaten in einer Oracle-Datenbank, wobei ein aktuelles Projekt besteht, welches das Ziel hat, die Oracle-Datenbank in naher Zukunft durch eine PostgreSQL-Datenbank abzulösen. Dies spricht dafür den Prototypen bereits heute mit der Anbindung an PostgreSQL zu entwickeln, denn bis zur möglichen Einführung der Webapplikation werden alle bestehenden Oracle-Datenbanken abgelöst worden sein. PostgreSQL hat den weiteren Vorteil, dass es sich um eine Open-Source Datenbank handelt und die Webapplikation so für andere auch implementierbar ist.

Datenqualität. Um die Datenqualität zu fördern, wurde bei der Entwicklung des Prototyps darauf geachtet, dass die Vorteile einer Datenbank genutzt werden (z.B. Fremdschlüssel). Für jede Objektklasse wurde analog zum Datenmodell des Werkleitungskatasters eine Objektklasse für die Datenerhebung angelegt (vgl. Anhang A.1.4). Über Django wurde festgelegt, welche Datentypen die einzelnen Attribute haben, welche Defaultwerte gesetzt werden und welche Beziehungen zu anderen Objektklassen bestehen. Des Weiteren werden schon auf Datenbankebene Attribute festgelegt, welche nicht leer (NOT NULL) sein dürfen. Die Werte, welche bei einer Dropdown-Liste zur Auswahl stehen, sind in separaten Objektklassen gespeichert, was die Erweiterbarkeit erleichtert und Redundanzen verhindert.

Kontrollmechanismen. Wie in Kapitel 5.1 beschrieben, muss der Benutzer einer Fachabteilung die erhobenen Daten explizit für die Abteilung GIS freigeben. Wird dies gemacht, wird der Status des Datensatzes auf *freigegeben* gesetzt und wird für die GIS-Mitarbeiter sichtbar. Weist ein GIS-Mitarbeiter den Datensatz zurück, wird der Status auf *zurückgewiesen* gesetzt.

Da beim Import der Daten in die Werkleitungsdatenbank gewährleistet werden muss, welche Datensätze ein **UPDATE** und welche ein **INSERT** auslösen, wird auf der Datenerhebungsdatenbank mitgeschrieben, ob der Datensatz neu erzeugt oder ob er verändert wurde. Da dies noch nicht reicht, um Datensätze korrekt abzufangen, welche neu erzeugt, allerdings nachträglich noch angepasst wurden, wird dem Datensatz mitgegeben welches das Quellsystem ist. Beim Import der Werkleitungsdaten in die Datenerhebungsdatenbank bekommt jeder Datensatz das Quellsystem *GIS-System* zugewiesen. Wird ein neuer Datensatz über die Webapplikation erzeugt, bekommt dieser Datensatz das Quellsystem *datacollection* zugewiesen. Die Kombination von Quellsystem und der ausgeführten Aktion (neu erzeugt oder verändert) ermöglicht das korrekte Übertragen der Daten in die Werkleitungsdatenbank.

Erweiterbarkeit. Der Prototyp ist modular aufgebaut und bietet somit die Möglichkeit beliebig viele weitere Module für die Webapplikation zu entwickeln. Für den Prototyp wurden zwei Module entwickelt, das eine beinhaltet die Startseite, das andere die Wartung der öffentlichen Beleuchtung.

5.4 Prototyp RWB-datacollection

In diesem Unterkapitel wird der Prototyp aus Benutzersicht vorgestellt und beschrieben, welche Seiten vorhanden sind, wie sie zusammenhängen und welche Aktionen ein Benutzer ausführen kann.¹

Login. Für die webbasierte Erfassung wird eine Benutzerverwaltung benötigt und alle Seiten dürfen nur von berechtigten Personen eingesehen werden. Aus diesem Grund sind alle Seiten von RWB-datacollection für nicht eingeloggte Benutzer gesperrt. Sofern der Benutzer nicht eingeloggt ist, wird er automatisch auf die Login-Seite geleitet (vgl. Abb. 5.1).



Abb. 5.1: RWB-datacollection – Login

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Startseite. Jeder Benutzer wird einer Gruppe mit bestimmten Berechtigungen zugewiesen (vgl. Kapitel 4.2). Aus diesem Grund hat jede Gruppe ihre eigene Sicht auf die Startseite, sodass die Benutzer nur auf bestimmte Seiten weitergeleitet werden können (vgl. Abb. 5.2). Ein Benutzer der Gruppe *GIS* wird zum Beispiel auf eine andere Seite weitergeleitet als ein Benutzer der Gruppe *EW*, wenn er den Button *öffentliche Beleuchtung* auswählt. Ein Benutzer der Gruppe *WA* hätte keine Sicht auf die Links, welche für die Gruppe *EW* definiert sind und umgekehrt.

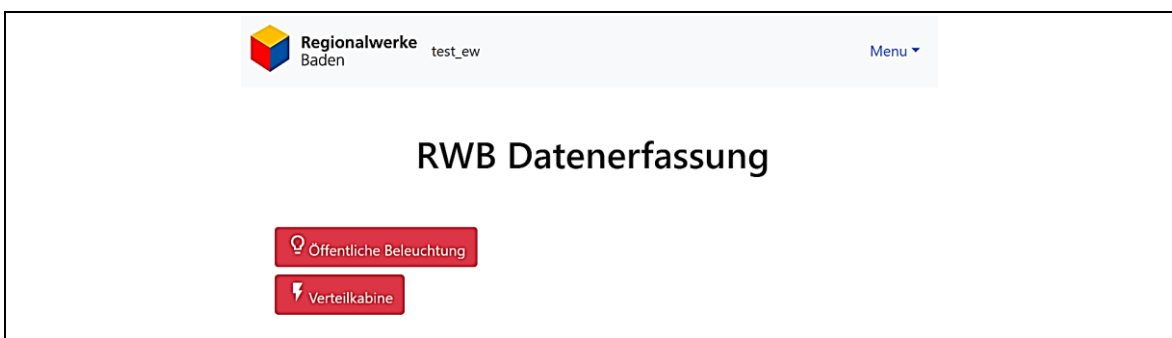


Abb. 5.2: RWB-datacollection – Startseite Gruppe EW

Quelle: Eigene Darstellung 2018

¹ Zu Testzwecken befindet sich auf der beigelegten CD eine lauffähige Version des Prototyps in Form eines Docker-Containers (Anhang A.1.1).

Die Kopfzeile ist nicht nur auf der Startseite zu finden, sondern ist auch in jeder anderen Seite der RWB-datacollection integriert. Über den Button **Menu** (Abb. 5.3) soll dem Benutzer die Navigation erleichtert werden, da er von jeder Seite aus direkt zu bestimmten Seiten navigieren kann (z.B. Startseite, öffentliche Beleuchtung). Zudem findet der Benutzer unter dem Punkt Menu die Möglichkeit sich auszuloggen.

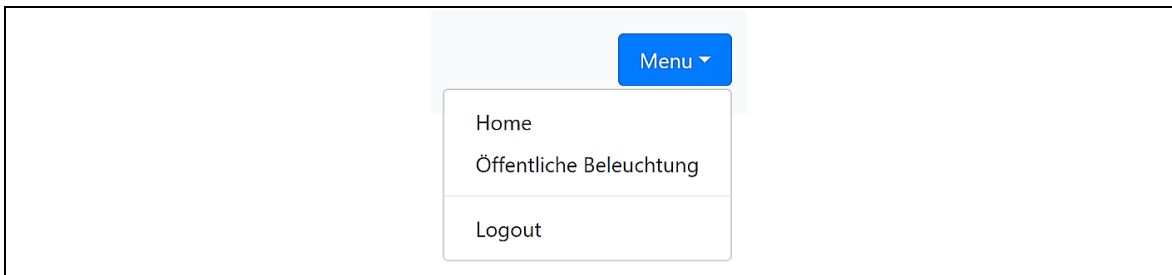


Abb. 5.3: RWB-datacollection – Menu

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Seite öffentliche Beleuchtung Gruppe EW. Ein Benutzer der Gruppe EW wird von der Startseite auf die Seite Öffentliche Beleuchtung weitergeleitet, wo er eine Übersicht über alle Beleuchtungen findet, welche im Eigentum der RWB sind. Da alle Beleuchtungen, welche im Besitz der RWB sind, nummeriert sind, wird diese Nummer für die Übersicht verwendet. Angedacht ist auch, dass der Benutzer die Übersicht nicht nur in einer Liste hat, sondern auch in einer Karte. Im Rahmen dieses Prototyps ist dies noch nicht umgesetzt, da die Koordinatentransformation und die Einbindung der Geometrien aus der Datenbank aufwändig und für den eigentlichen Prozess nicht relevant sind.



Abb. 5.4: RWB-datacollection – Seite öffentliche Beleuchtung Gruppe EW

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Auf der Seite öffentliche Beleuchtung ist eine **Suche** implementiert, um Beleuchtungen schneller zu finden. Der Benutzer kann nach den folgenden Kriterien suchen:

- Gemeinde
- Strasse
- Name / Nummer der Beleuchtung

Es kann nicht nur nach einzelnen Kriterien gesucht werden, sondern auch kombinierte Abfragen sind möglich. So kann zum Beispiel nach allen Beleuchtungen an der Haselstrasse in Baden gesucht werden (vgl. Abb. 5.5).

Seite 1 von 2 nächste letzte »

Resultate für Baden Haselstrasse

39 Resultate gefunden

167

169

unbekannt

836

1007

164

166

844

808




Abb. 5.5: RWB-datacollection – Kombinierte Suche

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Beleuchtung. Wählt der Benutzer eine zu wartende Beleuchtung an, wird er zur Detailseite der ausgewählten Beleuchtung weitergeleitet. Diese Seite zeigt alle Informationen über die Beleuchtung, die dazugehörigen Leuchten und Lampen sowie Informationen über die Wartungen, Leuchtenreinigungen und Lampenwechsel (vgl. Abb. 5.6).

Beleuchtung: 1363

Gemeinde	Strasse	Lokalname
Baden	Bruggerstrasse	Trafoplatz
Typ	Stehkandelaber	zweiflämmig
Mastmaterial	Mastfarbe	Fundament
Metall	dünnelgrau	Sockelplatte
Baujahr	Bemerkung	
2014	-	

Leuchten/Lampen

Leuchte #1

Leuchte #2

Wartungen +

Wartung #1

Leuchtenreinigung +

Leuchtenreinigung #1

Lampenwechsel +

Lampenwechsel #1

Abb. 5.6: RWB-datacollection – Übersicht Beleuchtung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Auf der Übersichtseite der Beleuchtung können je nach Objekt unterschiedliche Aktionen über einen Button durchgeführt werden. Abb. 5.7 zeigt auf, welche Arten der Datenmanipulation möglich sind. Die Beleuchtung selbst ist nicht editierbar und es ist auch nicht möglich eine neue Beleuchtung anzulegen, da diese Aktionen nicht Bestandteil einer Wartung, einer Leuchtenreinigung oder eines Lampenwechsels sind.



Abb. 5.7: RWB-datacollection – Buttons

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Leuchte / Lampe. Die Detailseite der Beleuchtung beinhaltet auch die dazugehörigen Leuchten und Lampen. Um Platz zu sparen, ist es möglich die Informationen zu den Leuchten und den Lampen aus- und einzuklappen (vgl. Abb. 5.8). Da während einer Wartung, einer Leuchtenreinigung oder einem Lampenwechsel keine Änderungen an der Leuchte vorgenommen werden, kann die Leuchte nicht verändert werden. Auch kann keine neue Leuchte angelegt werden, da dies eine bauliche Veränderung der Beleuchtung bedeuten würde.

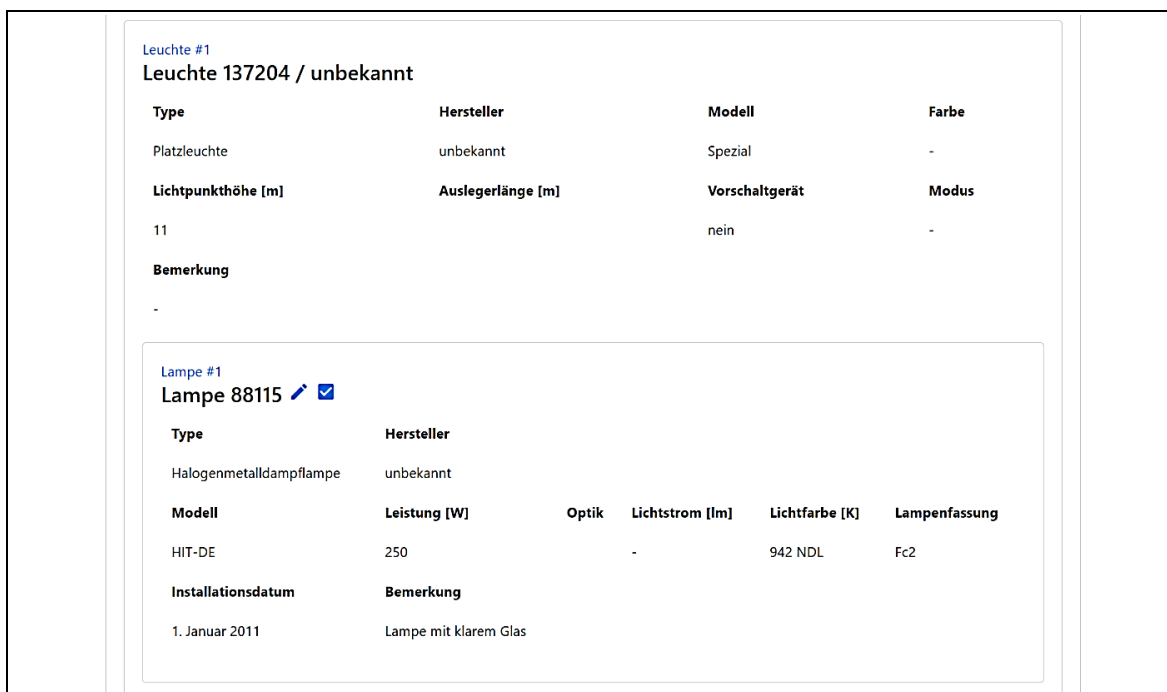


Abb. 5.8: RWB-datacollection – Übersicht Leuchte / Lampe

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Da bei einem Lampenwechsel das Leuchtmittel der Beleuchtung ausgetauscht wird und sich die Spezifikationen der Lampe ändern können, muss der Benutzer die Möglichkeit haben, die Lampeninformationen aktualisieren zu können. Über den Button **Lampe bearbeiten** gelangt der Benutzer zu einem bearbeitbaren Formular, wo er die attributiven Informationen einer Lampe verändern kann. Diese Informationen müssen jeweils angepasst werden, wenn ein Lampenwechsel stattfindet. Um Eingabefehler zu vermeiden hat der Benutzer die Auswahlmöglichkeiten in einer Dropdown-Liste zur

Verfügung (vgl. Abb. 5.9). Nach dem Speichern der angepassten Daten gelangt der Benutzer wieder zurück zur übergeordneten Beleuchtung und kann seine Anpassungen überprüfen.

Abb. 5.9: RWB-datacollection – Formular *Lampe bearbeiten*

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Wartung. Die Beleuchtungsdetailseite beinhaltet auch eine Übersicht über die erledigten Wartungen und Messungen bzw. Beobachtungen. Wie bei der Leuchte und der Lampe können die Informationen bezüglich Wartung und Beobachtung zu einer besseren Übersichtlichkeit ein- und ausgeklappt werden (vgl. Abb. 5.10). Es können neue Wartungen und neue Beobachtungen angelegt sowie attributive Änderungen an diesen Datensätzen vorgenommen werden.

Wartungen +						
Wartung #1						
Wartung 235435 ✎ ☑						
Objektyp	Wartungstyp	Turnus	Wartungsdatum	Wartung erfüllt	Datum nächste Wartung	Bemerkung
Beleuchtung	Wartung	5 Jahre	29. April 2011	ja	2016	-

Beobachtungen +						
Beobachtung #1						
Beobachtung 239349 ✎ ☑						
FID	Datum der Messung	Isolationswiderstand	Kurzschlussstrom	Absicherung	Bemerkung	
239349	29. April 2011	1995-2009: R>500 kOhm	761	Diaz.20 A: IKS>75 A*	-	

Abb. 5.10: RWB-datacollection – Übersicht *Wartung / Beobachtung*

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Über den Button **Neue Wartung** gelangt der Benutzer auf ein leeres Formular, wo er die Basisdaten zur Wartung erfassen kann (vgl. Abb. 5.11). Mit Hilfe von Dropdown-Listen werden bestimmte Werte zur Auswahl gegeben, sodass bereits während der Erfassung die Fehlerquellen eingeschränkt werden können. Das Wartungsdatum entspricht standardmässig dem Datum, an dem der Wartungsdatensatz erzeugt wird. Dieses Datum kann aber auch angepasst werden, falls die Wartung an einem

anderen Datum gemacht wurde oder gemacht wird. Nach dem Speichern der Daten wird der Benutzer wieder zurück auf die Beleuchtungsdetailseite geleitet, wo er die erfassten Daten überprüfen und gegebenenfalls über den Button **Wartung bearbeiten** anpassen kann.

The screenshot shows a web form titled "Neue Wartung". It contains the following fields and controls:

- Three dropdown menus for "Objekttyp", "Wartungstyp", and "Turnus", each with a dotted placeholder.
- A text input field for "Wartungsdatum" containing "20.08.2018 08:39:51".
- A text input field for "Nächste Wartung" containing "Maintenance next date".
- A checkbox labeled "Wartung erfüllt?" with the option "Fulfilled".
- A large text area for "Bemerkung" with the label "Bemerkung" inside.
- A "Save" button at the bottom left.

Abb. 5.11: RWB-datacollection – Neue Wartung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Nach dem ein neuer Wartungsdatensatz erzeugt wurde, kann ein dazugehöriger Beobachtungsdatensatz angelegt werden. Über den Button **Neue Beobachtung** wird der Benutzer auf das leere Formular zur Beobachtungserfassung weitergeleitet (vgl. Abb. 5.12). Wie bei der Wartung sind gewisse Werte über eine Dropdown-Liste auszufüllen. Als Messdatum wird standardmässig das Datum der Datensatzerzeugung festgelegt. Nachdem der Benutzer die erfassten Daten gespeichert hat, wird er zurück zur Beleuchtungsdetailseite geleitet, wo er die Daten überprüfen und gegebenenfalls über den Button **Beobachtung bearbeiten** umattributionieren kann.

The screenshot shows a web form titled "Neue Beobachtung". It contains the following fields and controls:

- A text input field for "Messdatum" containing "20.08.2018 08:43:27".
- A text input field for "Kurzschlussstrom" containing "Cutout current".
- A dropdown menu for "Absicherung" with a dotted placeholder.
- A dropdown menu for "Isolationswiderstand" with a dotted placeholder.
- A large text area for "Bemerkung" with the label "Bemerkung" inside.
- A "Save" button at the bottom left.

Abb. 5.12: RWB-datacollection – Neue Beobachtung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Leuchtenreinigung. Auf der Detailseite der Beleuchtung sind auch die dazugehörigen Leuchtenreinigungen aufgelistet (vgl. Abb. 5.13). Über den Button **Neue Leuchtenreinigung** gelangt der Benutzer zum Erfassungsformular, um eine neue Leuchtenreinigung zu dokumentieren. Die Daten, welche bei einer Leuchtenreinigung erhoben werden, sind identisch mit jenen der Wartung (vgl. Abb. 5.11), wobei bei einer Leuchtenreinigung nie Messungen vorgenommen werden und somit kein Beobachtungsdatensatz angelegt werden muss.

Objekttyp	Wartungstyp	Turnus	Wartungsdatum	Wartung erfüllt	Datum nächste Wartung
Beleuchtung	Reinigung	5 Jahre	1. Januar 1002	nein	2016

Abb. 5.13: RWB-datacollection – Übersicht Leuchtenreinigung

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Lampenwechsel. Auf der Detailseite der Beleuchtung sind auch die dazugehörigen Lampenwechsel aufgelistet (vgl. Abb. 5.14). Über den Button **Neuer Lampenwechsel** wird der Benutzer auf das Erfassungsformular weitergeleitet, welches die Dokumentation eines neuen Lampenwechsels ermöglicht. Das Formular zur Datenerfassung ist identisch mit jenem der Wartung. Da bei einem Lampenwechsel keine Messungen vorgenommen werden, können keine Beobachtungsdatensätze für Lampenwechsel erstellt werden.

Objekttyp	Wartungstyp	Turnus	Wartungsdatum	Wartung erfüllt	Datum nächste Wartung
Beleuchtung	Lampenwechsel	5 Jahre	1. Juni 2011	ja	2016

Abb. 5.14: RWB-datacollection – Übersicht Lampenwechsel

Quelle: Eigene Darstellung 2018

Datensätze freigeben. Da nicht direkt auf der Werkleitungsdatenbank Daten manipuliert und neue Datensätze erzeugt werden (vgl. Kapitel 4.2), muss sichergestellt werden, dass die neuen und aktualisierten Daten erst dann in den Werkleitungskataster miteinfließen, wenn diese als vollständig und korrekt erachtet werden. Mit dem Button **Für GIS freigeben** (vgl. Abb. 5.7) bestätigt der EW-Mitarbeiter die Korrektheit und Vollständigkeit seiner erfassten Informationen. Die Freigabe muss der Benutzer für jeden Datensatz einzeln geben, sodass keine unabsichtlichen Freigaben erfolgen können. Erst wenn ein Datensatz freigegeben ist, erhält die Gruppe *G/S* die Sicht auf die Daten.

Seite öffentliche Beleuchtung Gruppe GIS. Meldet sich ein Mitarbeiter der Abteilung GIS bei RWB-datacollection an, gelangt er zur fast identischen Startseite wie Benutzer der Gruppe *EW* (vgl. Abb. 5.2), wobei die hinterlegten Links Benutzer der Gruppe *G/S* auf Seiten weiterleiten, welche eine Sicht für das GIS-Team bieten. Über den Button **öffentliche Beleuchtung** werden die Benutzer auf die Seite öffentliche Beleuchtung weitergeleitet, welche eine Liste mit allen Beleuchtungen zeigt, bei welchen ein Objekt für das GIS-Team freigegeben wurde. Diese freigegebenen Datensätze können

veränderte Lampeninformationen, eine neue Wartung, eine neue Leuchtenreinigung oder ein neuer Lampenwechsel sein. Wie in Kapitel 5.1 und 5.2 beschrieben, muss es den Mitarbeitern der Abteilung GIS möglich sein einen unvollständigen Datensatz an die Mitarbeiter der Fachabteilungen zurückzuweisen und die sauberen Datensätze in die Werkleitungsdatenbank zu importieren. Diese beiden Anforderungen wurden für den Prototyp noch nicht entwickelt.

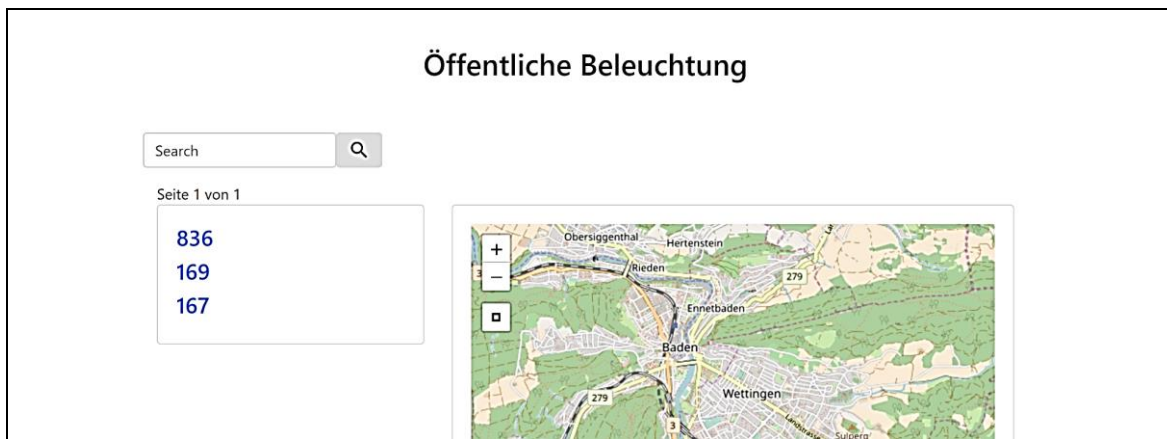


Abb. 5.15: RWB-datacollection – Seite öffentliche Beleuchtung Gruppe GIS

Quelle: Eigene Darstellung 2018

5.5 Testphase

Zum Zeitpunkt, als die Testphase stattfinden sollte, fanden keine Wartungen der Beleuchtungen, keine Leuchtenreinigungen und keine Lampenwechsel statt. Des Weiteren läuft der Prototyp nur lokal, da es intern noch offene Fragen zur Liveschaltung der Webapplikation RWB-datacollection gibt. Aus diesem Grund konnte der Prototyp nicht wie geplant an realen Objekten getestet werden und somit konnte auch der prototypische Prozessablauf nicht in Echt durchgespielt werden. Stattdessen wurde der Prototyp mit Fachpersonen der Regionalwerke AG Baden aus der Abteilung Elektrizität und der Abteilung GIS angeschaut und besprochen.

Abteilung Elektrizität. Die Abteilung Elektrizität begrüsst eine digitale Datenerhebung, bei welcher die Verantwortung über die sachliche Korrektheit der Werkleitungsinformationen auf attributiver Ebene bei ihnen liegt. Der vorgeschlagene prototypische Prozessablauf zur Aktualisierung von attributiven Informationen von bestehenden Werkleitungsobjekten ist demnach wünschenswert, allerdings sind während des Gespräches verschiedene Bedenken und Ideen zur Datenerhebung selbst geäußert worden.

Der Prototyp zur Erhebung der Wartungsinformationen von Beleuchtungen wurde darauf ausgelegt, dass sowohl die Wartung als auch die Leuchtenreinigung und der Lampenwechsel von denselben Mitarbeitern durchgeführt wird. Während des Gesprächs hat sich allerdings herausgestellt, dass zwei verschiedene Teams mit diesen Aufgaben betraut werden: Das eine Team ist für die Wartung, das andere für die Leuchtenreinigung und den Lampenwechsel zuständig. Daraus hat sich ergeben, dass Berechtigungen noch detaillierter gesetzt werden müssen.

Da sich herausgestellt hat, dass die Beleuchtungen, also die realen Objekte, nicht angeschrieben sind und die Nummerierung nur im Werkleitungskataster vorhanden ist, sind eine Auflistung und eine Suche nach einer Beleuchtungsnummer nicht praktikabel. Alle im aktuellen Jahr zu wartenden Beleuchtungen müssen mit dem Namen in einer Karte ersichtlich sein. Für eine bessere Übersichtlichkeit sollen nur jene Beleuchtungen ersichtlich sein, welche im aktuellen Jahr gewartet werden müssen. Durch das Anwählen des Objekts in der Karte soll die Detailseite der Beleuchtung geöffnet werden. Zudem wünscht sich die Abteilung Elektrizität, dass in der Karte auch ersichtlich ist, welche Leitung mit der Beleuchtung verbunden ist, um allfällige Spannungsprobleme besser eruieren zu können. Des Weiteren sollen die Beleuchtungen verschieden eingefärbt werden, je nach Arbeitsstatus (z.B. Wartung offen = rot, Wartung erledigt = grün).

Nicht nur das Einfärben der Objekte auf der Karte wäre erwünscht, sondern auch auf der Beleuchtungsdetailseite soll farblich ersichtlich sein, ob die Wartung bereits erledigt ist oder ob diese noch ansteht. Im Zusammenhang mit der Beleuchtungsdetailseite wurde von der Abteilung Elektrizität geäußert, dass die Leuchtenreinigung und der Lampenwechsel der Leuchte zugewiesen werden muss und nicht der Beleuchtung. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, müssen alle Leuchten eindeutig nummeriert werden, wobei die Umsetzung von der Abteilung bereits in Planung ist. Im Zusammenhang mit den Erfassungsformularen ist der Wunsch nach möglichst vielen Defaultwerten aufgekommen, sodass die Mitarbeiter für die Datenerhebung so wenig Zeit wie möglich aufwenden müssen.

Bei einer digitalen Lösung muss es der Abteilung Elektrizität möglich sein, verschiedene Listen zu generieren, welche den Fachverantwortlichen dabei helfen, die Übersicht über die gewarteten und noch zu wartenden Beleuchtungen zu behalten. Obwohl sich die Abteilung eine digitale Lösung zur Datenerhebung wünscht, äussert sie sich kritisch zur Geschwindigkeit einer Webapplikation. Auch wird Nässe als Problem angesehen, da ein nasser Touchscreen nicht gut bedienbar ist.

Abteilung GIS-Dokumentation. Die Abteilung GIS-Dokumentation sieht im prototypischen Prozess zur Nachführung von Objekten eine grosse Effizienzsteigerung, denn das Integrieren der handgeschriebenen Notizen in die GIS-Datenbank ist eine sehr zeitaufwändige und fehleranfällige Arbeit. Für die Mitarbeiter der Abteilung GIS-Dokumentation wäre die vorgeschlagene Prozessoptimierung eine Vereinfachung ihrer Arbeit sowie die Einsparung von Zeitressourcen.

Für die Abteilung GIS-Dokumentation ist es wichtig, dass die Datenerhebung durch die Fachabteilungen an gewisse Erfassungsregeln gebunden ist und Fehler bereits beim Speichern der Datensätze abgefangen werden. Die Datenkontrolle vor dem Import in die GIS-Datenbank soll nur prüfen, ob die Daten vollständig sind.

Während des Gespräches wurde das Thema von Massnahmenblättern angesprochen. Massnahmen werden geplant, wenn bei einer Wartung, einer Leuchtenreinigung oder einem Lampenwechsel etwas auffällt, das repariert oder angepasst werden muss. Die GIS-Mitarbeiter erhalten die ausgefüllte Wartungsliste und die Massnahmenblätter. Die Informationen der erfolgten Wartungen, Leuchtenreinigungen und Lampenwechsel werden zeitnah nachgeführt. Sobald der GIS-Mitarbeiter vom Fachverantwortlichen der Abteilung Elektrizität darüber informiert wurde, dass eine Massnahme ausgeführt wurde, werden die entsprechenden Datensätze nochmals aktualisiert. Die Abteilung GIS-Dokumentation wünscht sich, dass auch das Thema Massnahmenplanung und das damit verbundene Aktualisieren der Datensätze mit einer Webapplikation abgedeckt werden kann.

6 Diskussion und Fazit

In diesem Kapitel werden zunächst die Erkenntnisse aus den Kapiteln 3 bis 5 diskutiert und es wird auf die Forschungsfrage der Arbeit eingegangen. Anschliessend folgen das Fazit sowie der Ausblick.

6.1 Diskussion

Im Unterkapitel Diskussion werden die Erkenntnisse aus den Kapiteln 3 bis 5 diskutiert und interpretiert. Die gewählten Ansätze werden kritisch hinterfragt und es wird aufgezeigt, wo es zu Schwierigkeiten kommen kann und wo die Vorteile liegen, wenn Prozesse zur Aktualisierung von attributiven Informationen optimiert werden.

6.1.1 Prozessbeschreibung, -analyse und -optimierung

In der vorliegenden Masterarbeit wurden Interviews mit Mitarbeitern verschiedener Werke der GIS-Abteilungen und der Fachabteilungen geführt (vgl. Kapitel 3.1). Durch die Interviews wurden die verschiedenen Befragten dazu bewegt, die bestehenden Prozesse zur Aktualisierung von attributiven Informationen in ihrem Werk zu beschreiben, kritisch zu hinterfragen und Ideen für Veränderungen zu äussern. Die Interviews und die daraus resultierenden Prozessbeschreibungen haben gezeigt, dass der Prozess der Aktualisierung von attributiven Informationen sehr unterschiedlich sein kann und die Nachführung von attributiven Informationen in verschiedenen Bereichen notwendig ist (vgl. Kapitel 3.2 bis 3.7). Dadurch, dass keines der interviewten Werke die Prozesse zur Aktualisierung von attributiven Informationen festgeschrieben hat, laufen die Prozesse immer wieder unterschiedlich ab und alle Prozessbeteiligten haben ein leicht unterschiedliches Bild des Prozesses. Die vertiefte Einsicht in Bezug auf die Nachführungsprozesse der Regionalwerke AG Baden hat gezeigt, dass die fehlende Prozessbeschreibung dazu führen kann, dass die GIS-Abteilung nicht weiss, was für die jeweilige Fachabteilung in diesem Zusammenhang relevant ist und dasselbe gilt im Umkehrschluss auch für die jeweilige Fachabteilung. Insbesondere ist während den Interviews aufgefallen, dass die Kommunikation, also wie Informationen ausgetauscht und übermittelt werden, nicht einheitlich gestaltet ist. Einerseits werden Informationen durch Mails ausgetauscht, andererseits über Handnotizen oder sie werden mündlich übermittelt. Für alle Interviewpartner steht fest, dass die Kommunikation einen grossen Einfluss auf die Datenqualität hat und dass bei einer schlechten Kommunikation auch die Datenaktualität darunter leidet. Die Aussagen der interviewten Personen untermauern die Aussage von BEST & WETH (2010, S. 60), dass Prozesse beschrieben und analysiert werden müssen, um Transparenz für alle Prozessbeteiligten zu schaffen.

Der Ansatz, die bestehenden Prozesse mittels BPMN zu beschreiben, hat sich als geeignete Methode erwiesen. Die Visualisierung der Prozesse hat geholfen, die Prozesse, welche die Mitarbeiter der Werke während den Interviews beschrieben haben, besser zu verstehen und einen Überblick zu erhalten, in welchen Bereichen der Werkinformationen attributive Informationen von Zeit zu Zeit aktualisiert werden müssen. Wird eine Prozessoptimierung angestrebt, sollte auch die Einführung eines Prozessmanagements nicht fehlen, damit die Prozesse auch in Zukunft besser geplant, gesteuert und kontrolliert werden können (vgl. GAIDA 2013a, S. 70). Mit einem Management soll sichergestellt werden, dass die Prozesse zur Aktualisierung von attributiven Informationen von Geodaten dokumentiert und beschrieben werden und somit flexibler auf Veränderungen reagieren können.

Der prototypische Prozessfluss leitet sich aus den Prozessoptimierungsansätzen ab, wobei sich diese aus der Prozessanalyse ableiten lassen. Die Prozessanalyse hat gezeigt, dass ein grosses Optimierungspotential in den Bereichen Kommunikation und zeitlicher Ressource besteht (vgl. Kapitel 4.1 und 4.2). Durch eine Entflechtung der bestehenden Prozesse und der Separierung von Prozessschritten können diese beiden Bereiche optimiert und die Effizienz gesteigert werden. Diese Ansätze haben einen direkten Einfluss auf die Verantwortlichkeit. Um die Datenaktualität steigern zu können, muss die Verantwortung der verschiedenen Aufgaben innerhalb des Nachführungsprozesses angepasst werden, wobei die Mitarbeiter der Fachabteilung die Verantwortung für die sachliche Korrektheit der attributiven Informationen in einem Werkleitungskataster zugeschrieben bekommen. Die Mitarbeiter der Abteilung GIS sind verantwortlich für die Lagegenauigkeit des Katasters und die inhaltliche Konsistenz.

Der Prozessablauf, welcher in Kapitel 4.3 vorgestellt wurde, konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht in seiner Gesamtheit getestet werden, da zum gegebenen Zeitpunkt keine Wartungen der öffentlichen Beleuchtung anstanden. An Stelle der Testphase wurde Gespräche mit der Abteilung Elektrizität und der GIS-Abteilung der RWB geführt, um herauszufinden, ob der entwickelte Prototyp für die Mitarbeiter der RWB einen Mehrwert aufweisen kann.

6.1.2 Prototyp

Die Entwicklung eines Prototyps hatte zum Ziel den in Kapitel 4.3 erarbeiteten konzeptionellen, prototypischen Prozess zu testen und zu evaluieren. Sowohl bei den Interviews als auch bei den Gesprächen in Bezug auf den Prototyp hat sich gezeigt, dass die Aktualität der Werkleitungsinformationen nicht immer zufriedenstellend ist und sich die Mitarbeiter der Fachabteilungen eine Möglichkeit wünschen, selbst Einfluss auf die Datenaktualität und die Datenvollständigkeit nehmen zu können. Um im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit Schwierigkeiten und Vorteile bei der Umsetzung der in Kapitel 4.2 vorgeschlagenen Prozessoptimierungsansätze zu erkennen, wurde ein Prototyp für die Datenerhebung entwickelt. Dieser Prototyp sollte nicht einen einfachen Nachführungsprozess, zum Beispiel die Aktualisierung der KKS-Nummerierung (vgl. Kapitel 3.6.1), abdecken, sondern es sollte ein Prozess sein, bei welchem bestehende Datensätze aktualisiert werden und neue Datensätze zu einem bestehenden Datensatz hinzugefügt werden müssen (z.B. ein Wartungsprozess). Die Wartung der öffentlichen Beleuchtung bei der Regionalwerke AG Baden erfüllt diese Anforderung aus den folgenden Gründen:

- Grosse Informationstiefe
- Verschiedene Aktionen müssen abgedeckt werden: bestehende Objekte aktualisieren, neue Datensätze zu bestehenden Objekten hinzufügen

Um den Prototyp zu testen, wurde dieser mit Mitarbeitern der Abteilung Elektrizität und der Abteilung GIS der RWB diskutiert. Während den Gesprächen im Rahmen der Testphase des Prototyps hat sich gezeigt, dass durch eine neue, digitale Datenerhebungsmethode sofort Ideen und Umsetzungswünsche aufkommen, welche mit der heute vorherrschenden Methode, der Erhebung mittels Papierformular, überhaupt nicht möglich sind:

- Verschiedene Listen: Offene Wartungen, erledigte Wartungen

- Die attributiven Informationen der Beleuchtung und der untergeordneten Objektklassen sollen eingefärbt werden, sobald die Wartung, die Leuchtenreinigung oder der Lampenwechsel abgeschlossen ist.
- Das Datum der nächsten Wartung soll automatisch aufgrund des gewählten Turnus berechnet werden.
- Alle Attribute sollen bei der Neuerfassung eines Wartungsdatensatzes bereits mit einem Defaultwert versehen sein. Diese Defaultwerte sollen jene Werte sein, welche bei der letzten Wartung gesetzt wurden.
- Das Datenmodell soll dahingehend angepasst werden, dass bei einer Wartung die effektiven Messwerte erfasst werden können.
- Ob eine Wartung erfüllt ist oder nicht, soll automatisch auf Basis der erfassten Messwerte geprüft werden.
- Die Leuchtenreinigung und der Lampenwechsel müssen der Leuchte zugewiesen werden können und dürfen nicht der Beleuchtung selbst zugewiesen sein.

Des Weiteren hat sich während des Gesprächs mit der Abteilung Elektrizität herausgestellt, dass eine Karte mit allen Beleuchtungen und Beleuchtungsnummern unerlässlich ist, da das reale Objekt nicht nummeriert ist. Aufgrund dieser Erkenntnis muss die Applikation zur Datenerhebung zwingend eine Karte enthalten, auf welcher alle Beleuchtungen ersichtlich sind, welche in einem bestimmten Wartungsjahr gewartet werden müssen. Diese sollen dynamisch eingefärbt werden, je nachdem ob die Wartung, die Leuchtenreinigung oder der Lampenwechsel noch ansteht oder bereits erledigt ist. Da die Wartung von einem anderen Team ausgeführt wird als die Leuchtenreinigung und der Lampenwechsel, braucht es zwei verschiedene Sichten auf die Daten. Diese Anforderung zeigt auf, dass der Aktualisierungsprozess im Zusammenhang mit der öffentlichen Beleuchtung noch weiter entflechtet werden muss als dies bei der Entwicklung des Prototyps angenommen wurde.

Für die Mitarbeiter der Abteilung GIS ist es wichtig, dass die Mitarbeiter der Fachabteilungen alle Pflichtattribute ausfüllen und dass bereits während der Datenerhebung Fehler, wie zum Beispiel zu grosse oder zu kleine Werte, abgefangen werden können. Dies verringert den Aufwand, Daten manuell zu kontrollieren und anzupassen.

Der gewählte Ansatz zur Aktualisierung von attributiven Informationen setzt zwei Datenbanken voraus: Zum einen die Werkleitungsdatenbank, welche als Masterdatenbank zu betrachten ist, zum anderen die Arbeitsdatenbank, welche zur Speicherung der Datenerhebungen eingesetzt wird. Dies erweist sich als komplex. Zum Beispiel ist die Frage, wie der Datenabgleich der beiden Datenbanken reibungslos und ohne Fehler implementiert werden soll, noch nicht gelöst. In diesem Zusammenhang kann die Uneindeutigkeit von Werkleitungsobjekten zu einem grossen Problem führen. Zum einen können Objekte, welche keinen oder keinen eindeutigen Namen erhalten oder nicht nummeriert werden, von den Werksmitarbeitern nur schwer identifiziert werden, zum anderen ist es nicht möglich, eine Schnittstelle zu einem anderen System zu definieren, da die Daten nicht über einen eindeutigen Schlüssel abgeglichen werden können. Wird mit verschiedenen Systemen und Datenbanken gearbeitet, muss der Datenabgleich gewährleistet sein, sodass keine Redundanzen entstehen. Es ist umso wichtiger klar zu definieren, wer für welche Anpassungen verantwortlich ist. Die offenen Punkte in Bezug auf den Datenabgleich werfen die Frage auf, ob es nicht besser wäre, wenn die Mitarbeiter

der Fachabteilungen selber direkt in der GIS-Datenbank die attributiven Anpassungen vornehmen können.

Sowohl die Mitarbeiter der GIS-Abteilung als auch die Mitarbeiter der Fachabteilungen müssen sich bewusst sein, welche gesetzlichen Bestimmungen, Normen, Richtlinien und Empfehlungen bei der Erfassung und Nachführung eines Werkleitungskatasters von Bedeutung sind. Die eigene Erfahrung hat gezeigt, dass je besser das Verständnis für verschiedene Sachverhalte ist, desto effektiver und effizienter können bestimmte Arbeiten erledigt werden.

Django ist für eine Webapplikation ein gut geeignetes Webframework, welches dem Entwickler viele Entwicklungsschritte abnimmt. So ist die vollumfängliche Benutzerverwaltung ein grosser Vorteil anderen Webframeworks gegenüber. Je nach Anforderungen, insbesondere im Bereich der Schnittstellen, muss aber nochmals evaluiert werden, wie die Datenerhebung im Rahmen der Prozessoptimierung zukünftig geschehen soll. Denkbar wäre auch eine Evaluation einer Drittapplikation, wie dies beispielsweise bei der SWL der Fall ist.

6.2 Beantwortung der Forschungsfrage

Wie kann die Nachführung von attributiven Informationen von Geodaten effizient gelöst werden, unter Einhaltung von Kontrollinstanzen sowie Ansprüchen an die Datenaktualität?

Um die Forschungsfrage zu beantworten, konzentriert sich die vorliegende Arbeit auf die Aktualität von Geodaten im Bereich der Ver- und Entsorgungsleitungen. Gesetze, Verordnungen sowie Normen, Richtlinien und Empfehlungen von Fachverbänden bestimmen, welche Werkleitungsobjekte mit welcher Informationstiefe in einem Werkleitungskataster geführt werden müssen und welche Informationen für einen Leitungskataster zwingend notwendig sind (vgl. Kapitel 2.2 und 2.3). Des Weiteren wird auch festgehalten, dass diese Daten laufend nachgeführt und aktualisiert werden müssen und keine Nachführungslücken entstehen dürfen, da dies zu Problemen in den Bereichen Sicherheit und Schutz der Bevölkerung und der Umwelt führen kann.

Die Nachführung von attributiven Informationen von Geodaten (z.B. Werkleitungsobjekten) beginnt nicht erst bei der Datenerfassung im Geoinformationssystem, sondern bereits bei der Datenerhebung auf dem Feld. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass eine Datenerhebungsmethode gewählt wird, welche die Möglichkeit bietet, Erfassungsfehlern vorzubeugen und / oder zu vermeiden. Nicht nur der Art der Datenerhebung muss Beachtung geschenkt werden, sondern es muss ein ganzheitlicher Prozess definiert werden, welcher all die verschiedenen Prozessschritte der Nachführung von attributiven Informationen beschreibt.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass aktuelle Prozesse beschrieben, analysiert und optimiert werden müssen. Folgende Punkte müssen beachtet werden:

- Die Prozessoptimierung alleine reicht nicht aus, um zu gewährleisten, dass der optimierte Prozess auch in Zukunft den Ansprüchen der Datenaktualität genügt. Es soll ein Prozessmanagement eingeführt werden, welches die Nachhaltigkeit der Prozesse zum Ziel hat.
- Bestehende Prozesse müssen entflechtet und Prozessschritte separiert werden, um klare Verantwortlichkeiten zu schaffen und unnötige Prozessschritte eliminieren zu können.
- Es muss klar geregelt sein, wer für welchen Prozessschritt die Verantwortung trägt und wer die Verantwortung für den gesamten Prozess hat.
- Es muss festgelegt werden, welche Kontrollmechanismen notwendig sind, um die gesetzlichen Bestimmungen zu erfüllen und den relevanten Normen, Richtlinien und Empfehlungen gerecht zu werden.
- Die Kommunikationswege innerhalb eines Prozesses müssen festgelegt und standardisiert werden, sodass keine unnötigen Wartezeiten entstehen.
- Die verschiedenen Prozesse zur Aktualisierung von attributiven Informationen müssen beschrieben werden und allen Prozessbeteiligten zugänglich gemacht werden.
- Wird ein Prozess angepasst und verändert, müssen die verschiedenen Prozessbeteiligten miteinbezogen werden, sodass Schwierigkeiten und Probleme schnellstmöglich ersichtlich werden und die Akzeptanz für Veränderungen bei den einzelnen Mitarbeitern gefördert werden kann.
- Damit der Nachführungsprozess von attributiven Informationen fehlerfrei ablaufen kann, bedarf es regelmässiger Schulungen der Prozessbeteiligten, sodass zum Beispiel neue Software effizient eingesetzt werden kann.

6.3 Fazit und Ausblick

Fazit. Die vorliegende Masterarbeit hatte zum Ziel auf konzeptioneller Ebene aufzuzeigen, wie der Prozess zur Nachführung von attributiven Informationen von Werkleitungsobjekten aussehen soll. Der Fokus lag auf der Steigerung der Datenaktualität und der Datenqualität sowie auf der Vereinfachung der komplexen Prozessabläufe. Die verschiedenen Interviews haben gezeigt, dass in diesen Bereichen Optimierungsbedarf besteht. Nebst diesen Erfahrungen aus der Praxis gibt es auch eine Vielzahl an gesetzlichen Bestimmungen, Normen, Richtlinien und Empfehlungen, welche ihrerseits einen Einfluss auf die Prozessabläufe haben können. Schlussendlich ist es auch wichtig, aufgrund sich verändernder Anforderungen an die Werkinformationen sowie sich veränderndem gesetzlichen Kontext (z.B. schweizweiter Leitungskataster) eine gesamtheitliche Sicht auf die Prozesse zu schaffen. Dadurch können Stärken und Schwächen eines Prozesses für die Prozessbeteiligten ersichtlich gemacht werden und es kann auf die erwähnten Aspekte entsprechend reagiert werden.

Mit der vorliegenden Masterarbeit wird ein Grundstein für die Prozessoptimierung im Bereich der Nachführung von attributiven Informationen von Werkleitungsobjekten gelegt. Der in Kapitel 4 abge-

leitete prototypische, medienunabhängige Prozess bietet einen einfachen, erweiterbaren und transparenten Ablauf, um attributive Informationen zu aktualisieren und nachzuführen. Die Entflechtung des Prozesses erlaubt zudem die Verantwortung über die sachliche Korrektheit der attributiven Informationen an die Fachabteilungen abzugeben. Dadurch kann die Datenaktualität und die Datenvollständigkeit gesteigert werden, da viele Zwischenschritte eliminiert werden können und so der gesamte Prozess an Effizienz gewinnt. Gleichzeitig erlaubt es der entwickelte Prozess aber auch, sich an die sich verändernden Anforderungen und Gesetze anzupassen, da die simplere Struktur schneller anpassbar ist als die bisherigen, komplexen Prozessabläufe.

Im Rahmen der Entwicklung eines Prototyps hat sich gezeigt, dass sich eine webbasierte Lösung anbietet. Dadurch können auf einfache Weise Verantwortlichkeiten getrennt, Aufgaben definiert sowie Kontrollmechanismen bezüglich der Datenaktualität und Datenvollständigkeit (z.B. Prüfung vor Speicherung) implementiert werden.

Der im Rahmen dieser Arbeit entwickelte prototypische Prozessablauf sowie die Umsetzung anhand des Prototyps wurden zunächst positiv aufgenommen. Gleichzeitig wurden aber bereits weiterführende Anregungen und Wünsche geäußert. Dies bedeutet, dass dieses Thema durchaus von grosser Wichtigkeit ist und der Thematik in Zukunft grosse Beachtung geschenkt werden muss, insbesondere bei der Beschaffung einer Instandhaltungslösung. Wie in Kapitel 2.4 definiert, müssen hier alle Prozessbeteiligten miteinbezogen werden und die Prozesse gesamtheitlich betrachtet werden. Dies zeigt sich zum Beispiel beim in den Interviews geäußerten Wunsch einer Aufgabenverwaltung, welche den Prozess für die Mitarbeiter der Fachabteilungen zusätzlich vereinfachen würde. Diese Anforderungen an den Prozess können nur durch eine ganzheitliche Betrachtung eruiert werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Vorteile des vereinfachten Prozesses genutzt werden können.

Ausblick. Während der Gespräche mit der Abteilung Elektrizität und der Abteilung GIS der RWB hat sich gezeigt, dass es insbesondere auf der Seite der Fachabteilungen noch diverse Abklärungen benötigt, um noch besser zu verstehen, wo die Entflechtung der Prozesse ansetzen muss. Damit die optimierten Prozesse und die damit verbundene veränderte Datenerhebungsmethode auf eine breite Akzeptanz seitens der Mitarbeiter der Fachabteilungen wie auch seitens der GIS-Mitarbeiter stösst, ist eine intensive Zusammenarbeit der Abteilung GIS mit den verschiedenen Fachabteilungen bei der Umsetzung des optimierten Prozessablaufs vonnöten. Weiterhin ist es wichtig, den entwickelten Prozess auch an anderen Nachführungsprozessen (z.B. Hydrantenwartung) zu testen, um allfällige Weiterentwicklungen und Anpassungen auf konzeptioneller Ebene vorzunehmen.

Ein weiterer Punkt betrifft die Schnittstellen. Sowohl bei der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Webapplikation als auch bei der SWL, welche eine spezialisierte Instandhaltungssoftware bereits im Einsatz hat, ist ein kritischer Aspekt die Verknüpfung des Geoinformationssystems und der Instandhaltungsapplikation. Die Forschung müsste, auch unter Einbezug der normgebenden Instanzen wie der SIA, eruieren, welche Aspekte der Werkinformation zum Geodatensatz gehören (z.B. für die Darstellung) und welche Informationen in einem Zweitsystem geführt werden können. Die sich überlappenden Informationen (z.B. Lage oder Art des Objekts) müssten über eine standardisierte Austauschmöglichkeit verknüpft werden, ohne dass sich der Prozess der Nachführung dadurch verkompliziert.

Während den Interviews wurden Bedenken in Bezug auf eine webbasierte Lösung geäußert, welche insbesondere den Empfang und die Akkulaufzeit eines mobilen Gerätes betreffen und es wurde der Wunsch geäußert, die Datenerhebungen auch offline durchführen zu können. Diesbezüglich müssten Lösungsansätze erarbeitet werden, welche Aspekte wie die Synchronisation zwischen offline und live Zustand behandeln. Verbunden damit müsste auch analysiert werden, wie Objekte im Feld zweifelsfrei identifiziert werden können (z.B. QR-Code mit Link ins Instandhaltungsprogramm).

Ob die entwickelte Webapplikation bei der RWB in den produktiven Einsatz gelangt, müsste genauer analysiert werden. Der Prototyp wird aber weiterentwickelt und auf die Praxis-tauglichkeit getestet. Unabhängig davon bietet die vorliegende Masterarbeit einen Orientierungspunkt für die Aufnahme dieses Themas, welches in Zukunft noch wichtiger werden wird.

7 Quellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

- BARTELME, N. (2005): *Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen*. 4., vollst. überarb. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- BECKER, J.; KAHN, D. (2012): *Der Prozess im Fokus*. In: BECKER, J.; KUGELER, M.; ROSEMAN, M. (Hrsg.): *Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung*. 7. korr. und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler Verlag, S. 3-16.
- BEST, E.; WETH, M. (Hrsg.) (2010): *Process Excellence. Praxisleitfaden für erfolgreiches Prozessmanagement*. 4., überarb. u. erw. Aufl. Wiesbaden: Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden.
- BREUNIG, M.; HÄUSSLER J.; REINHARDT, WIESEL, J. (2004): *Developing Mobile Spatial Services for the Geosciences*. In: 19th International CODATA Conference, Berlin, Proceedings, 7.-10. November 2004.
- DE LANGE, N. (2013): *Geoinformatik. In Theorie und Praxis*. 3., vollst. überarb. und akt. Aufl. 2013. Berlin, Heidelberg: Springer.
- GAIDA, I. (2013a): *Prozessorientierung in der Dienstleistungsorganisation. Mit Kommunikation und Methodik Werte schaffen*. In: HIRZEL, M.; GEISER, U.; GAIDA, I. (Hrsg.): *Prozessmanagement in der Praxis. Wertschöpfungsketten planen, optimieren und erfolgreich steuern*. 3., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag, S. 69-80.
- GAIDA, I. (2013b): *Think Limbic. Die Kunst der Prozessoptimierung*. In: HIRZEL, M.; GEISER, U.; GAIDA, I. (Hrsg.): *Prozessmanagement in der Praxis. Wertschöpfungsketten planen, optimieren und erfolgreich steuern*. 3., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag, S. 221-229.
- LAUBE, D. (2017): *Leitungskataster Schweiz, Machbarkeitsstudie*. Im Auftrag vom Bundesamt für Landestopografie (swisstopo).
- LWIN, K. K.; MURAYAMA, Y. (2011): *Web-based GIS System for Real-time Field Data Collection Using Personal Mobile Phone*. In: JGIS 03 (04), S. 382-389. DOI: 10.4236/jgis.2011.34037.
- PUNDT, H. (2002): *Field Data Collection with Mobile GIS. Dependencies Between Semantics and Data Quality*. In: Geoinformatica 6 (4), S. 363-380. DOI: 10.1023/A:1020805511054.
- TSOU, M. H. (2004): *Integrated Mobile GIS and Wireless Internet Map Servers for Environmental Monitoring and Management*. In: Cartography and Geographic Information Science 31 (3), S. 153-165. DOI: 10.1559/1523040042246052.

VON ROSING, M.; WHITE, S.; CUMMINS, F.; DE MAN, H. (2015): *Business Process Model and Notation – BPMN*. In: VON ROSING, M.; SCHEER, A.-W.; VON SCHEEL, H. (Hrsg.): *The Complete Business Process Handbook. Body of Knowledge from Process Modeling to BPM. Volume 1*. Waltham, Massachusetts: Morgan Kaufmann.

Gesetzliche Grundlagen

BUNDESGESETZ BETREFFEND DIE ELEKTRISCHEN SCHWACH- UND STARKSTROMANLAGEN EleG (SR 734.0) vom 24. Juni 1902, Stand am 1. Januar 2018.

BUNDESGESETZ ÜBER DEN SCHUTZ DER GEWÄSSER GSchG (SR 814.20) vom 24. Januar 1991, Stand am 1. Juni 2014.

BUNDESGESETZ ÜBER DIE STROMVERSORGUNG StromVG (SR 734.7) vom 23. März 2007, Stand am 1. Januar 2008.

BUNDESGESETZ ÜBER GEOINFORMATION GeoIG (SR 510.62) vom 5. Oktober 2007, Stand am 1. Oktober 2009.

BUNDESGESETZ ÜBER ROHRLEITUNGSANLAGEN ZUR BEFÖRDERUNG FLÜSSIGER ODER GASFÖRMIGER BRENN- ODER TREIBSTOFFE RLG (SR 746.1) vom 4. Oktober 1963, Stand am 1. Januar 2018.

EINFÜHRUNGSGESETZ ZUR BUNDESGESETZGEBUNG ÜBER DEN SCHUTZ VON UMWELT UND GEWÄSSERN EG UWR (SAR 781.200) vom 4. September 2007, Stand 31. Dezember 2016.

GESETZ ÜBER DIE GEBÄUDEVERSICHERUNG GebVG (SAR 673.100) vom 19. September 2006, Stand 1. Januar 2017.

GEWÄSSERSCHUTZVERORDNUNG GSchV (SR 814.201) vom 28. Oktober 1998, Stand am 1. Juni 2018.

RAUMPLANUNGSVERORDNUNG RPV (SR 700.1), vom 28. Juni 2000, Stand am 1. Januar 2016.

VERORDNUNG ÜBER DAS PLANGENEHMIGUNGSVERFAHREN FÜR ELEKTRISCHE ANLAGEN VPeA (SR 734.25) vom 2. Februar 2000, Stand am 1. Dezember 2013.

VERORDNUNG ÜBER DIE AMTLICHE VERMESSUNG VAV (SR 211.432.2) vom 18. November 1992, Stand am 1. Juli 2008.

VERORDNUNG ÜBER DIE INFRASTRUKTUR DER LUFTFAHRT VIL (SR 748.131.1) vom 23. November 1994, Stand am 1. Dezember 2015.

VERORDNUNG ÜBER DIE LANDESVERMESSUNG LVV (SR 510.626) vom 21. Mai 2008, Stand am 1. Juli 2008.

VERORDNUNG ÜBER ELEKTRISCHE LEITUNGEN LeV (SR 734.31) vom 30. März 1994, Stand am 1. Januar 2016.

VERORDNUNG ÜBER ELEKTRISCHE STARKSTROMANLAGEN Starkstromverordnung (SR 734.2) vom 30. März 1994, Stand am 20. April 2016.

VERORDNUNG ÜBER GEOINFORMATION GeoIV (SR 510.620) vom 21. Mai 2008, Stand am 1. Januar 2018.

Normen

MERKBLATT SIA 2015 (2012): *Objekt- und Darstellungskataloge zu Ver- und Entsorgungsleitungen*. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein. Zürich.

MERKBLATT SIA 2016 (2012): *Datenmodelle zu Ver- und Entsorgungsleitungen*. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein. Zürich.

NORM SIA 405 (2012): *Geodaten zu Ver- und Entsorgungsleitungen*. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein. Zürich.

Richtlinien und Empfehlungen

AARGAUISCHE GEBÄUDEVERSICHERUNG AGV (Hrsg.) (2013): *Richtlinie für die Löschwasserversorgung des Kantons Aargau*.

GEBÄUDEVERSICHERUNG KANTON ZÜRICH GVZ (Hrsg.) (2018): *Richtlinien für die Ausführung der Löschwasserversorgung und die Subventionen der GVZ Gebäudeversicherung Kanton Zürich an Hydrantenkontrollwartung und Hydrantenunterhalt*.

SCHWEIZERISCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES SVGW (Hrsg.) (2010): *G2d. Richtlinien für Gasleitungen*.

SCHWEIZERISCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES SVGW (Hrsg.) (2013a): *W4d. Richtlinien für Wasserverteilung. Planung, Projektierung sowie Bau, Betrieb und Unterhalt von Trinkwasserversorgungssystemen ausserhalb von Gebäuden. Teil 3 Bau und Prüfung*.

SCHWEIZERISCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES SVGW (Hrsg.) (2013b): *W4d. Richtlinien für Wasserverteilung. Planung, Projektierung sowie Bau, Betrieb und Unterhalt von Trinkwasserversorgungssystemen ausserhalb von Gebäuden. Teil 4 Betrieb und Instandhaltung*.

VERBAND FERNWÄRME SCHWEIZ VFS (Hrsg.) (2005): *Regelwerk zum Thema Fernwärme. Empfehlung Geografische Informationssysteme für Werkdaten und Pläne*.

VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE VSA (Hrsg.) (1999): *Datenstruktur Siedlungsentwässerung (VSA-DSS). Richtlinie für die Datenstrukturierung in der Siedlungsentwässerung*.

VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE VSA (Hrsg.) (2014a): *Datenstruktur Siedlungsentwässerung (VSA-DSS). INTERLIS 2.3 Beschrieb - Erläuterungen*.

VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE VSA (Hrsg.) (2014b): *Datenstruktur Siedlungsentwässerung (VSA-DSS). Release 2014: Einführung zur Richtlinie und CD.*

VERBAND SCHWEIZERISCHER ELEKTRIZITÄTSUNTERNEHMEN VSE (Hrsg.) (2016): *Handbuch Datenmodell Elektrizität. Stufe Werksinformation.* [online] https://www.strom.ch/fileadmin/user_upload/Dokumente_Bilder_neu/010_Downloads/Handbuch/Handbuch_Datenmodell_Elektrizit%C3%A4t.pdf [Stand: 29.08.2018]

Internetquelle

BUNDESAMT FÜR ENERGIE BFE (Hrsg.) (2016): Sachplan Übertragungsleitungen (SÜL), [online] <http://www.bfe.admin.ch/themen/00544/00624/index.html?lang=de> [Stand: 15.08.2018]

DUDEN (Hrsg.) (2018): Medium, Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Synonyme, Herkunft, [online] https://www.duden.de/rechtschreibung/Medium_Vermittler_Traeger [Stand: 19.08.2018]

GEOPROREGIO (Hrsg.) (2018a): Geodatenshop, [online] https://www.geoproregio.ch/mapplus/geoproregio/?lang=de&group=geodatenshop&base_map=av&blop=1&x=2665415.8&y=1258944.9&zl=10&hl=0&layers=KK|WA|GA|EW|FW|AW|EW_Labels|KK_Labels|AW_Labels|FW_Labels|GA_Labels|WA_Labels [Stand: 18.08.2018]

GEOPROREGIO (Hrsg.) (2018b): LIS Regionalwerke AG Baden, [online] https://www.geoproregio.ch/mapplus/geoproregio/?lang=de&group=regionalwerke_ag_baden&basemap=av&blop=1&x=2665415.8&y=1258944.9&zl=10&hl=0&layers=EW|EW_Beschriftung|EW_QS [Stand: 18.08.2018]

GEOPROREGIO (Hrsg.) (2018c): REFUNA AG LK, [online] https://www.geoproregio.ch/mapplus/geoproregio/?lang=de&group=refuna_lk&basemap=av&blop=1&x=2663837.4485258&y=1265353.8744103&zl=11&hl=0&layers=FW [Stand: 26.08.2018]

INTERLIS (Hrsg.) (2018): Allgemeine Fragen zu INTERLIS, [online] <https://www.interlis.ch/dokumentation/faq> [Stand: 15.08.2018]

OBJECT MANAGEMENT GROUP OMG (Hrsg.) (2018): Business Process Model and Notation (BPMN), [online] <https://www.omg.org/bpmn/> [Stand: 18.08.2018]

OBJECT MANAGEMENT GROUP OMG (Hrsg.) (2011): About the Business Process Model And Notation Specification Version 2.0, [online] <https://www.omg.org/cgi-bin/doc?dte/10-06-02.pdf> [Stand: 20.08.2018]

VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE VSA (Hrsg.) (2018a): Glossar - Abwasserbauwerk, [online] <https://www.vsa.ch/nc/glossar/de/terms/both/74/> [Stand: 17.08.2018].

VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE VSA (Hrsg.) (2018b): Glossar - Abwasserknoten, [online] <https://www.vsa.ch/nc/glossar/de/terms/both/77/> [Stand: 17.08.2018].

VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE VSA (Hrsg.) (2018c): Glossar -
Haltung, [online] <https://www.vsa.ch/nc/glossar/de/terms/both/119/> [Stand: 17.08.2018].

VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE VSA (Hrsg.) (2018d): Glossar -
Kanal, [online] <https://www.vsa.ch/nc/glossar/de/terms/both/125/> [Stand: 22.08.2018].

8 Anhang

Anhang A: Prototyp	112
A.1.1 Lauffähige Version des Prototyps	112
A.1.2 Settings	112
A.1.3 Application <i>home</i>	113
A.1.4 Application <i>public_lithing</i>	114

Tabellenverzeichnis

Tab. A.1: Tabellen in Datenerhebungsdatenbank.....	115
--	-----

Anhang A: Prototyp

A.1.1 Lauffähige Version des Prototyps

Auf der beigelegten CD befindet sich eine lauffähige Version des Prototyps als Docker-Container. Zur Verwendung wird eine Installation von Docker vorausgesetzt (siehe <https://www.docker.com/get-started>).

Nach Entpacken der Zipdatei in ein lokales Verzeichnis, kann der Prototyp über den folgenden Kommandozeilenaufwurf gestartet werden:

- `docker-compose up`

Bei der ersten Initialisierung werden die Teilcontainer gebildet, anschliessend hochgefahren und der Testdatensatz der RWB importiert. Die Applikation kann anschliessend im Browser via `http://localhost:8000` aufgerufen werden. Die folgenden Logins repräsentieren zwei Benutzergruppen:

- Gruppe EW:
Benutzer: `test_ew`
Passwort: `rwb12345`
- Gruppe GIS:
Benutzer: `test_gis`
Passwort: `rwb12345`

A.1.2 Settings

`datacollection\settings.py`. In der Datei `settings.py` werden die Projekteinstellungen definiert. Für das Projekt „datacollection“ wurden folgende Einstellungen vorgenommen. Dokumentiert werden hier nur Einstellungen, welche von den Standardeinstellungen abweichen.

Um die definierten Applikationen im Projekt verwenden zu können, wurden diese unter **INSTALLED_APPS** hinzugefügt.

```
INSTALLED_APPS = [  
    'django.contrib.admin',  
    'django.contrib.auth',  
    'django.contrib.contenttypes',  
    'django.contrib.sessions',  
    'django.contrib.messages',  
    'django.contrib.staticfiles',  
    'bootstrap4',  
    'home',  
    'public_lighting',  
]
```

Unter **DATABASE** wurde die zuvor angelegte Postgres-Datenbank festgelegt.

```
DATABASES = {
    'default': {
        'ENGINE': 'django.db.backends.postgresql',
        'NAME': 'datacollection',
        'USER': 'postgres',
        'PASSWORD': 'EwwSov21',
        'HOST': 'localhost',
        'PORT': '5432',
    }
}
```

Zusätzlich wurde die Standardsprache (**LANGUAGE_CODE**) und die Zeitzone (**TIME_ZONE**) festgelegt.

```
LANGUAGE_CODE = 'de'
```

```
TIME_ZONE = 'Europe/Zurich'
```

A.1.3 Application *home*

datacollection\home. Die Applikation „home“ beinhaltet die Startseite des Datenerfassungs-Portals. Diese Applikation wird von allen fachspezifischen Applikationen benötigt.

```
datacollection
├── manage.py
├── datacollection
│   ├── home
│   │   ├── apps.py
│   │   ├── models.py
│   │   ├── urls.py
│   │   ├── view.py
│   │   └── static
│   │       ├── css
│   │       ├── img
│   │       └── logo.png
│   └── templates
│       ├── home
│       │   ├── base.html
│       │   └── registration
│       └── login.html
└── public_lighting
```

datacollection\home\templates\home\base.html. base.html beinhalten die HTML-Logik, welche für alle Templates in *datacollection\home\templates\home* gilt.

datacollection\home\templates\home\home.html. home.html ist die eigentliche Startseite. Von hier aus können die Benutzer zu den verschiedenen Applikationen navigieren. Im Prototyp ist die Verlinkung zur Applikation „public_lighting“ implementiert.

datacollection\home\templates\registration\login.html. Diese Seite ist die Login-Seite des Datenerfassungs-Portals. Ist ein Benutzer nicht eingeloggt, wird immer die Login-Seite aufgerufen, egal auf welche URL der Benutzer zugreifen will.

datacollection\home\static\img. Im Order „img“ werden Bilder gespeichert wie zum Beispiel das Logo des Portals.

A.1.4 Application *public_lighting*

```
datacollection
├──manage.py
├──datacollection
├──home
├──public_lighting
│   ├──apps.py
│   ├──forms.py
│   ├──models.py
│   ├──urls.py
│   ├──view.py
│   ├──__pycache__
│   ├──migrations
│   ├──static
│   └──
├──templates
│   └──public_lighting
│       ├──base.html
│       ├──light_list.html
│       ├──light_detail.html
│       ├──light_edit.html
│       ├──lamp_edit.html
│       ├──maintenance_edit.html
│       └──observation_edit.html
```

datacollection\public_lighting\models.py. In models.py werden die einzelnen benötigten Tabellen mit den dazugehörigen Relationen festgelegt.

Tab. A.1: Tabellen in Datenerhebungsdatenbank

Quelle: Eigene Zusammenstellung 2018

Model	Beschreibung
Light	Eine Beleuchtung kann eine oder mehrere Leuchten haben.
Luminaire	Eine Leuchte kann eine oder mehrere Lampen haben.
Lamp	Lampen
Maintenance	Wartungen können eine oder mehrere Beobachtungen haben.
Observation	In der Tabelle Beobachtungen werden die Messdaten einer Wartung gespeichert.
Light_Type	Beleuchtungstyp
Local_Name	Lokalname
Location	Strasse
Municipality	Gemeinde
Voltage	Betriebsspannung
Disposition_State	Status
Accuracy	Genauigkeit
Contact	Kontakt
Light_Representation	Anzahl Leuchten (z.B. einflammig, zweiflammig)
Material	Material
Base_Type	Fundamenttyp
Manufacturer	In der Tabelle Manufacturer werden Hersteller von Leuchten und Lampen gespeichert.
Luminaire_Type	Leuchtentyp
Luminaire_Model	Leuchtenmodell
Lamp_Mode	Lampenmodus
Color	Farbe

Lamp_Type	Lampentyp
Lamp_Model	Lampenmodell
Lamp_Socket	Lampenfassung
Optic	Optik
Maintenance_Type	Wartungstyp
Object_Type	Objektyp
Rotation	Turnus
Fuse_Protection	Absicherung
Insulation_Re- sistance	Isolationswiderstand

datacollection\public_lighting\view.py. In view.py werden die verschiedenen Sichten auf die Daten definiert und es werden Funktionalitäten definiert. Die Sichten werden in den Templates visualisiert. Zudem können in dieser Datei Seiten für Benutzer ohne Zugang gesperrt werden.

datacollection\public_lighting\urls.py. Die URLs für die Applikation „public_lighting“ sind in urls.py definiert.

datacollection\public_lighting\forms.py. In forms.py werden die Formulare für die Erfassung von Lampen, Wartungen und Beobachtungen definiert.

datacollection\public_lighting\templates\public_lighting\base.html. base.html beinhaltet die HTML-Logik, welche für alle Templates in `\public_lighting\templates\public_lighting` gilt.

datacollection\public_lighting\templates\public_lighting\light_list.html. light_list.html regelt die Darstellung der Liste aller Beleuchtungen. Zudem ist hier eine Suchmöglichkeit eingebettet, welche in `\public_lighting\view.py` definiert ist.

datacollection\public_lighting\templates\public_lighting\light_detail.html. Die HTML-Datei light_detail.html beinhaltet die Struktur zum Anzeigen einer einzelnen Beleuchtung. Zur Beleuchtung gehören alle ihr zugewiesenen Leuchten und Lampen sowie Wartungen und Beobachtungen. Diese Seite beinhaltet die Links zum Ändern der Lampeninformationen und zur Erstellung von neuen Wartungs- und Beobachtungsdatensätzen.

datacollection\public_lighting\templates\public_lighting\lamp_edit.html. In lamp_edit.html wird definiert, wie das Formular für die Bearbeitung der Lampen dargestellt wird.

datacollection\public_lighting\templates\public_lighting\maintenance_edit.html. maintenance_edit.html definiert die Darstellung des Wartungsformulars.

datacollection\public_lighting\templates\public_lighting\observation_edit.html. In der Datei observation_edit.html wird das Formular für die Erfassung von Messdaten definiert.