



UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN  
University of Natural Resources  
and Life Sciences, Vienna

# Masterarbeit

## Abwasser 4.0 - Chancen und Herausforderungen der BIM-Methode in der Abwasserwirtschaft

verfasst von

Simon FRANZISKOWSKI, B.Sc.

im Rahmen des Masterstudiums

Kulturtechnik und Wasserwirtschaft

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Wien, Juni 2023

Betreut von:

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Ertl, Thomas

Mitbetreut von:

Dipl.-Ing. Dr. Kretschmer, Florian

Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz  
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt

Diese Arbeit wurde am  
**Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und  
Gewässerschutz**  
des  
**Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt**  
der  
**Universität für Bodenkultur Wien**

unter der Betreuung von

**Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Ertl, Thomas**  
**Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz**  
**Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt**

Und der Mitbetreuung von

Dipl.-Ing. Dr. Kretschmer, Florian  
Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz  
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt

erstellt.

## Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass ich diese Masterarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Gedanken, die im Wortlaut oder in grundlegenden Inhalten aus unveröffentlichten Texten oder aus veröffentlichter Literatur übernommen wurden, sind ordnungsgemäß gekennzeichnet, zitiert und mit genauer Quellenangabe versehen.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher weder ganz noch teilweise in gleicher oder ähnlicher Form an einer Bildungseinrichtung als Voraussetzung für den Erwerb eines akademischen Grades eingereicht. Sie entspricht vollumfänglich den Leitlinien der Wissenschaftlichen Integrität und den Richtlinien der Guten Wissenschaftlichen Praxis.

Wien, 14.06.2023,



Simon FRANZISKOWSKI

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) durchgeführt und von Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Thomas Ertl betreut. Hiermit möchte ich mich recht herzlich für die Betreuung der Arbeit bedanken.

Insbesondere möchte ich auch Dipl.-Ing. Dr. Florian Kretschmer danken, der mich als Mitbetreuer über die gesamte Masterarbeit begleitet hat und mir durch seine Expertise stets wesentliche Anmerkungen und Impulse für die Ausarbeitung der Arbeit gegeben hat. Er stand über den gesamten Zeitraum fachlich und menschlich unterstützend zur Seite. Zudem wurde mir durch ihn ermöglicht, an der Veröffentlichung eines wissenschaftlichen Papers zum Thema BIM in der Abwasserwirtschaft mitwirken zu dürfen. Hierbei war auch Dipl.-Ing. Franz Huber beteiligt, der in Diskussionen in Bezug auf das Paper und meine Masterarbeit immer wieder wichtige Anregungen und Beiträge beigesteuert hat.

Weiters möchte ich ausdrücklich den teilnehmenden Experten danken, die mir ihre Zeit und ihr Vertrauen geschenkt haben. Auch nach den Interviews standen die Experten stets für weitere Fragen zur Verfügung und haben dabei wichtige Impulse gegeben.

Besonderer Dank gilt auch meinem Arbeitgeber Bmst. Ing. Peter Trattner, der durch seine Unterstützung die Vereinbarung von Beruf und Studium ermöglicht hat.

Von tiefstem Herzen möchte ich die nächsten Zeilen meiner geliebten Ehefrau Natalie und meiner wundervollen Tochter Matilda widmen. Die gemeinsame Zeit mit euch hat mir immer Kraft gegeben. Danke Natalie, dass du mich während des Studiums motiviert und mir den Rücken gestärkt hast. Du warst in dieser Zeit stets eine unglaublich große Unterstützung und Entlastung! Die gemeinsame Zeit mit dir und unserer liebsten Matilda hat mir immer wieder Kraft gegeben und mich motiviert. Vielen Dank dafür ihr zwei!

# Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	III
Vorwort	IV
Inhaltsverzeichnis	V
<b>Kurzfassung</b>	<b>VIII</b>
<b>Abstract</b>	<b>IX</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Zielsetzung und Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
<b>3. Allgemeine Grundlagen</b>	<b>4</b>
3.1 Digitaler Wandel in der Wasserwirtschaft	4
3.2 Aufgaben der Abwasserwirtschaft	6
3.2.1 Lebenszyklusbetrachtung in der Abwasserwirtschaft (Planen, Bauen, Betreiben)	6
3.2.2 Erweiterungen von Kanalnetzen in der Abwasserwirtschaft (Planen, Bauen)	8
3.2.3 Neuerrichtung und Erweiterung von Kläranlagen in der Abwasserwirtschaft (Planen, Bauen)	9
3.2.4 Kanalmanagement im Betrieb (Betrieb)	11
3.2.5 Sanierungen im Kanalnetz (Betrieb)	13
3.2.6 Investitionen und staatliche Förderungen	15
3.3 Grundlagen der digitalen Abwasserwirtschaft	17
3.3.1 Digitales Leitungsinformationssystem (LIS)	18
3.3.2 Kanalnetzmodellierung	23
3.3.3 Leit- und Automatisierungstechnik	25
3.4 Grundlagen der BIM-Methode	26
3.4.1 Begriffsabgrenzung	26
3.4.2 Open- und Closed BIM	27
3.4.3 Normen und Richtlinien	28
3.4.4 Dokumente/Verträge	29
3.4.5 BIM-Anwendungsfälle	30
3.4.6 BIM-Objekte	31
3.4.7 Detaillierungsgrade	32
3.4.8 BIM-Modelle	34
3.4.9 Schnittstellen	35
3.4.10 Common Data Environment (CDE)	36
3.4.11 Digitaler Zwilling	37
3.4.12 Arbeitsgruppen BIM Siedlungswasserwirtschaft (SWW)	37
3.4.13 BIM Verständnis in der vorliegenden Arbeit	40
<b>4. Material und Methoden</b>	<b>42</b>
4.1 Literaturrecherche - Phase 1	43
4.2 Qualitative Inhaltsanalyse - Phase 1	44
4.3 Semistrukturiertes Experteninterview - Phase 2	45
4.3.1 Grundlagen der Methode	45
4.3.2 Themenauswahl / Leitfadenerstellung	45

4.3.3	Auswahl der Befragten	46
4.3.3.1	<b>Bart Brink</b> , M.Sc. MBA	47
4.3.3.2	<b>Marco Nessier</b> , Dipl.-Ing. (FH) EMBA (FH)	48
4.3.3.3	<b>Markus Schröder</b> , Prof. Dr.-Ing.	48
4.3.3.4	<b>Thomas Höller</b> , Dipl.-Ing.	48
4.3.3.5	<b>Jörg Brunecker</b> , Dipl.-Ing. / <b>Lionel Ruben May</b> , M. Eng.	48
4.3.3.6	<b>Phillip Münch</b> , M.Sc. Dipl.wirtsch.Ing. (FH)	48
4.3.4	Durchführung	49
4.4	Qualitative Inhaltsanalyse - Phase 2	49
4.5	Weiterführende Literaturrecherche und Auswertung/Interpretation der Experteninterviews - Phase 3	50
<b>5.</b>	<b><i>Ergebnisse und Diskussion</i></b>	<b>51</b>
5.1	Aktuelle Praxis von BIM in der Abwasserwirtschaft	51
5.1.1	BIM in der Kanalnetzerweiterung und Kanalsanierung	51
5.1.2	BIM in der Neuerrichtung und Erweiterung von Sonderbauwerken und Kläranlagen	53
5.1.3	BIM und das Konzept eines Digitalen Zwillinges im Betrieb abwasserwirtschaftlicher Anlagen	55
5.2	Herausforderungen bei der Einführung und Umsetzung von BIM in der Abwasserwirtschaft	57
5.2.1	Umstellung von Prozessen	59
5.2.1.1	Neue Arbeitsmethode	59
5.2.1.2	Definition von Lasten und Pflichten	59
5.2.2	Arbeiten mit dem Modell	60
5.2.2.1	Abwasserbranchenspezifische Objektkataloge	60
5.2.2.2	Planableitung	61
5.2.3	Volle BIM Potenziale in Siedlungswasserwirtschaft noch nicht umsetzbar	61
5.2.3.1	Modellbasierte Ausschreibungen in der Abwasserwirtschaft kaum umgesetzt	61
5.2.3.2	BIM-Potential für den Betrieb wird in der Abwasserwirtschaft noch nicht ausgeschöpft	62
5.2.4	Datenqualität	62
5.2.4.1	Fehlerhafte Bestandspläne und unterschiedliche Datenqualität	62
5.2.4.2	Nachführung der Datenbanken	63
5.2.4.3	Dezentrale Datenerfassung	64
5.2.5	Politische Entscheidungen	64
5.3	Chancen bei der Einführung und Umsetzung von BIM in der Abwasserwirtschaft	65
5.3.1	Modellbasierte Visualisierung	66
5.3.1.1	Überzeugungsarbeit durch Visualisierung	66
5.3.1.2	Veranschaulichung von Bauabläufen	67
5.3.1.3	As-Built Modell für Schulungszwecke und Weitergabe von subjektivem Wissen	67
5.3.1.4	Verbesserte Kollaboration anhand des Beispiels modellbasierter Kollisionsprüfung	67
5.3.2	Zukünftiger Wettbewerbsvorteil	68
5.3.3	Transparenz und Datenmanagement	68
5.3.3.1	Modellbasierte Massenermittlung	68
5.3.3.2	Konsistente Übernahme von Änderungen im Modell	68
5.3.3.3	Standardisierung von Datenübermittlung	69
5.3.4	Sammlung relevanter Daten für den gesamten Lebenszyklus einer Anlage	69
5.3.4.1	Daten aus der Planung in den Betrieb	69
5.3.4.2	Grundlage für den Digitalen Zwilling im Betrieb	69
<b>6.</b>	<b><i>Interpretation</i></b>	<b>71</b>

6.1	BIM verändert die Projektabwicklung umfassend _____	71
6.2	Beteiligte der Abwasserwirtschaft stellen sich auf neue Projektabwicklung ein ____	72
6.3	Projektkosten verteilen sich anders im Projektlebenszyklus _____	73
6.4	Das Voranschreiten der Digitalisierung hängt vom Anwendungs-fall ab _____	74
6.5	Potenzielle Mehrwerte durch besseres Datenmanagement mit BIM _____	76
<b>7.</b>	<b>Schlussfolgerungen und Ausblick</b> _____	<b>78</b>
<b>8.</b>	<b>Zusammenfassung</b> _____	<b>80</b>
<b>9.</b>	<b>Abschlussbemerkung</b> _____	<b>82</b>
<b>10.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> _____	<b>83</b>
<b>11.</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b> _____	<b>89</b>
<b>12.</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b> _____	<b>90</b>
<b>13.</b>	<b>Anhang</b> _____	<b>91</b>
13.1	Anhang 1 Kategoriensystem für qualitative Inhaltsanalyse _____	91
13.2	Anhang 2 Interviewleitfaden _____	97
13.3	Anhang 3 Transkript IP1 M.Sc. MBA Bart Brink _____	99
13.4	Anhang 4 Transkript IP2 Dipl.-Ing. (FH) EMBA (FH) Marco Nessier _____	106
13.5	Anhang 5 Transkript IP3 Markus Schröder _____	113
13.6	Anhang 6 Transkript IP4 Dipl.-Ing. Thomas Höller _____	122
13.7	Anhang 7 Transkript IP5 DI Brunecker und M.Eng. May _____	131
13.8	Anhang 8 Transkript IP6 M.Sc. DI (FH) Phillip Münch _____	136
13.9	Anhang 9 Ergebnisse Inhaltsanalyse 2 _____	144
<b>14.</b>	<b>Lebenslauf</b> _____	<b>159</b>

## Kurzfassung

Building Information Modeling (BIM) stellt objektbasiertes Datenmanagement, Kommunikation und Kollaboration aller Projektbeteiligten über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage in den Mittelpunkt. Bei Großprojekten im Hochbau und Infrastrukturbau entwickelt sich die Methode international zum Standard. Auch ProtagonistInnen der Abwasserwirtschaft beschäftigen sich mit dem Thema, doch die Literatur zu BIM in der Abwasserwirtschaft ist momentan noch begrenzt.

Die vorliegende Masterarbeit untersucht mittels Experteninterviews und Literaturrecherche, inwieweit Aspekte der BIM-Methode bereits Eingang in die Abwasserwirtschaft gefunden haben und welche Chancen und Herausforderungen mit der Einführung und Anwendung verbunden sind.

Es zeigt sich, dass erste Projekte in der Abwasserwirtschaft bereits mit BIM durchgeführt werden. Hierbei handelt es sich insbesondere um die Neuerrichtung und Erweiterung von Kläranlagen und Sonderbauwerken. Bei der Einführung und Anwendung gehen Planungsbüros momentan noch in Vorleistung. Es fehlt an branchenspezifischen Objektkatalogen, klaren Definitionen von Lasten und Pflichten und der Ausschöpfung der Potentiale für den späteren Betrieb abwasserwirtschaftlicher Anlagen. Einige AnwenderInnen haben trotzdem den Mehrwert erkannt und Ihre Prozesse dementsprechend bereits umgestellt. Durch die objektbasierte Modellierung können Bauvorhaben und Bauabläufe besser visualisiert werden. Auch modellbasierte Planableitung und Massenermittlung bieten einen erheblichen Nutzen. Zudem rückt mit BIM das Sammeln, Austauschen und Speichern von relevanten Daten in den Mittelpunkt. Die Erkenntnisse in Bezug auf Datenmanagement im BIM-Prozess können für die gesamte Abwasserwirtschaft von großem Nutzen sein.

Die vorliegende Arbeit bestätigt den Mehrwert, den BIM für die Abwasserwirtschaft birgt, da die Infrastruktur nach Bauausführung oft nur schwer zugänglich ist. Zudem liegt das Wissen über Anlagen oftmals nur bei Einzelpersonen, die in den Bau involviert waren. Um die Methode aber umfassend und zielführend einsetzen zu können, müssen noch einige Weiterentwicklungen erfolgen, für die Projektbeteiligte, SoftwareherstellerInnen und AuftraggeberInnen intensiv zusammenarbeiten sollten.

## Abstract

Building Information Modelling (BIM) focuses on object-based data management, communication and collaboration between all project participants throughout the entire life cycle of an asset. The method is becoming the international standard for large-scale building construction and infrastructure projects. Protagonists in urban water management are also dealing with the topic, but the literature on BIM in wastewater management is currently still limited.

This master's thesis uses expert interviews and literature research to investigate to which extent aspects of the BIM method have already found their way into wastewater management and what opportunities and challenges are associated with its implementation and application.

It is shown that first projects in the wastewater industry are already being carried out with BIM. In particular, this involves the erection and extension of sewage treatment plants and special structures. Planning offices are currently still making advance payments for the introduction and application. There is a lack of sector-specific object catalogues, clear definitions of contracts and the exploitation of potentials for the operation-phases of wastewater assets. Nevertheless, some users have recognised the added value already and have adapted their processes. Through object-based modelling, construction projects and construction processes can be better visualised. Model-based plan derivation and mass determination offer significant benefits. In addition, BIM brings the collection, exchange and storage of relevant data into focus. The insights into data management in BIM processes can be valuable for the entire wastewater industry.

The present work confirms the added value that BIM holds for the wastewater industry, as the built infrastructure is difficult to access after construction. In addition, knowledge about facilities often only lies with individuals. However, in order to be able to use the method comprehensively and in a targeted manner, some further developments are still necessary, for which project participants, software producers and clients should work together intensively.

## 1. Einleitung

*„Wenn du etwas so machst, wie du es seit zehn Jahren gemacht hast, dann sind die Chancen groß, dass du es falsch machst.“* (Charles Kettering, US-amerikanischer Wissenschaftler)

Innovation ist stets mit einem Veränderungsprozess verbunden. Gewohnte Arbeitsweisen, Technologien oder Prozesse werden hierbei grundlegend verändert. Mit der dritten industriellen Revolution Ende des 20. Jahrhundert stand die Automatisierung und Vernetzung durch Elektronik und IT im Fokus (BAW, 2018). Für die Baubranche bedeutete das unter anderem eine Umstellung auf computer aided design (CAD), computergestützte Modellierungen und die Integration von Sensoren in IT-Systeme (GWP, 2019).

Die Vernetzung von digitalen Komponenten und der effiziente Austausch von Informationen zwischen diesen Komponenten ist Teil der vierten industriellen Revolution (Industrie 4.0). Die Industrie 4.0 beinhaltet nach Hermann et. al. (2016) folgende vier Grundprinzipien: Vernetzung, Informationstransparenz, technische Assistenz und dezentrale Entscheidungen.

Hierbei rücken neue Ansätze wie das Internet der Dinge (Vernetzung), die Entwicklung eines virtuellen Abbildes realer Prozesse mithilfe neuer Technologien (Informationstransparenz), das Arbeiten mit technischen Assistenzsystemen, um besser informierte Entscheidungen zu treffen (technische Assistenz) und autonome Systeme, die möglichst eigenständig Entscheidungen treffen und Aufgaben übernehmen (dezentrale Entscheidungen), in den Vordergrund (Litzel, 2016).

Industrie 4.0 verändert nach Behaneck (2020) die Baubranche und deren bisherige Ansätze im gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Im Bau- und Infrastruktursektor ist Building Information Modeling (BIM) ein wesentlicher Baustein dafür.

BIM ersetzt nicht die Kernaufgaben der Planung, Bauausführung und der betrieblichen Nutzung von Objekten, sondern unterstützt diese Tätigkeiten, indem Projektdaten offen austauschbar und digitalisiert werden (Baldwin et al., 2018). Abbaspour (2021) betont hierbei, dass Informationsmanagement im Mittelpunkt der BIM-Methode steht. Mit der BIM-Methode werden in der Theorie sämtliche relevanten Informationen eines Bauwerks konsistent erfasst, verwaltet und unter den Projektbeteiligten ausgetauscht oder bearbeitet. Das funktioniert auf Grundlage objektbasierter, digitaler Modelle eines Bauwerks über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Diese Informationsdatenbank soll während des gesamten Lebenszyklus als integrale Entscheidungsgrundlage genutzt werden (BMVI, 2015).

Die BIM-Methode ist international in Hochbau, Tragwerksplanung und Technischer Gebäudeausrüstung (TGA) bereits vielfach in Großprojekten umgesetzt. Als Vorreiter gelten beispielsweise Großbritannien, Finnland, Singapur und die USA.

Auch ProtagonistInnen der Siedlungswasserwirtschaft im deutschsprachigen Raum beschäftigen sich mit dem Thema BIM. Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) veröffentlicht 2022 im DWA-Fachausschuss WI-6 „Building Information Modeling (BIM) in der Wasserwirtschaft“ das Merkblatt M860-1 Building Information Modeling (BIM) in der Wasserwirtschaft Teil 1: Grundlagen (2022). Die Merkblattreihe M-860 wird sich in 6 Teilen mit den Grundlagen und der Umsetzung der BIM-Methode in der Wasserwirtschaft auseinandersetzen. Der Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA)

beschäftigt sich in der Arbeitsgruppe „Standardisierung ARA Objekttypicals für den Datenaustausch“ und der Arbeitsgruppe „BIM Leitfaden“ seit 2019 mit der Umsetzung von BIM in der Planung von der Errichtung und Erweiterung von Kläranlagen.

Allerdings ist die Fachliteratur zur BIM-Anwendung in der Abwasserwirtschaft noch begrenzt. Die vorliegende Arbeit soll hier einen Beitrag leisten. Augenmerk liegt in der Klärung von Unklarheiten oder Meinungsverschiedenheiten, wie beispielsweise der Annahme, dass nur große Unternehmen ausreichend für Digitalisierungsprozesse ausgerüstet seien oder dass Projekte in der Abwasserwirtschaft zu klein seien, um BIM lukrativ einzusetzen. Ziel ist es zu evaluieren, welche Chancen und Herausforderung bei der Einführung und Anwendung von BIM in der Abwasserwirtschaft konkret bestehen und inwiefern die Methode (oder Aspekte davon) bereits umgesetzt werden. Dafür werden neben einer qualitativen Inhaltsanalyse von bereits geführten ExpertInneninterviews und einer Literaturrecherche in den Jahren 2021 und 2022 sechs weitere ExpertInneninterviews durchgeführt. Es werden dafür ExpertInnen gewählt und befragt, die sich bereits in ihrem Arbeitsalltag mit der BIM-Methode auseinandersetzen. Um das Thema aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchten zu können, werden ExpertInnen aus der Planung, Ausführung und dem Betrieb im Bereich der Abwasserwirtschaft befragt. Die Ergebnisse werden mithilfe qualitativer Methoden analysiert und mit der einschlägigen Fachliteratur verglichen.

Die vorliegende Arbeit gibt in Kapitel 3 zunächst einen Überblick über die gängige Praxis in der Abwasserwirtschaft, die verwendeten digitalen Anwendungen und das Konzept des integralen Kanalmanagement. Weiter wird das Konzept der BIM-Methode und eines Digitalen Zwilling in diesem Kapitel beschrieben. In Kapitel 4 werden die angewendeten Methoden der Arbeit näher erläutert. Kapitel 5 präsentiert die Ergebnisse der geführten Interviews, die in Kapitel 6 diskutiert und mit der vorhandenen Fachliteratur verglichen werden.

## 2. Zielsetzung und Aufgabenstellung

Für einen effizienten BIM-Prozess ist es hilfreich, im Vorhinein zu klären, welchen Mehrwert die Umstellung von Projekten auf BIM für die einzelnen Projektbeteiligten bietet. Welche fachlichen Grundlagen sind bereits vorhanden und auf welche Herausforderungen können sich die Beteiligten einstellen? Im Hochbau beispielsweise gibt es bereits zahlreiche Fachliteratur, Fallstudien und Best-Practices. Für die Anwendung der BIM-Methode in der Abwasserwirtschaft können Auftraggebende, Planungsbüros und ausführende Firmen bisher nicht auf ein solch großes Spektrum an Vorinformationen zurückgreifen. Es gibt bereits einige veröffentlichte Erfahrungsberichte von VorreiterInnen in der Branche, doch die Literatur zu dem Thema BIM in der Abwasserwirtschaft ist momentan noch begrenzt. Eine vertiefende Auseinandersetzung mit dem Thema in Form von ExpertInnenbefragungen erscheint daher sinnvoll.

Die vorliegende Arbeit wird in einem ersten Schritt die bestehende Interviewreihe von Kammerlander und Ladinig (2018) zum Thema BIM in der Abwasserwirtschaft mit 5 österreichischen Experten der Siedlungswasserwirtschaft mittels qualitativer Inhaltsanalyse auswerten. Ziel ist hierbei die Identifikation von Kernthemen, die in der österreichischen Siedlungswasserwirtschaft in Hinblick auf das Thema BIM von besonderer Wichtigkeit sind. Obwohl lediglich einer der fünf Experten zum Zeitpunkt der Interviews 2018 bereits in konkrete BIM-Projekte involviert gewesen ist, führt das außerordentlich fundierte Wissen der Befragten über die österreichische Siedlungswasserwirtschaft zu einer geeigneten Einschätzung zum Thema BIM als erste Grundlage für die vorliegende Arbeit.

Der Zeitraum von vier Jahren seit Erstellung der genannten Arbeit ist eine nicht zu unterschätzende Zeitspanne in Bezug auf Weiterentwicklungen in der Digitalisierung. Beweggrund für die vorliegende Arbeit ist es also außerdem zu überprüfen, ob sich die im Jahr 2018 identifizierten Kernthemen durch eine weitere Befragung von internationalen ExpertInnen, deren Arbeitsalltag bereits BIM beinhaltet, heute noch so finden.

Die Beantwortung der folgenden drei Forschungsfragen steht im Fokus:

1. Inwiefern werden die BIM-Methode oder Aspekte davon in der Abwasserwirtschaft bereits umgesetzt?
2. Welche Herausforderungen zeigen sich bei der Einführung und Umsetzung der BIM-Methode in der Abwasserwirtschaft?
3. Welche Chancen bietet die BIM-Methode für die Abwasserwirtschaft?

Die Forschungsfragen sollen durch die Ergebnisse der Interviewreihe in Verbindung mit einer vertiefenden Literaturrecherche beantwortet werden.

## 3. Allgemeine Grundlagen

### 3.1 Digitaler Wandel in der Wasserwirtschaft

Aktuelle Entwicklungen zeigen in vielen Bereichen der Politik, Wirtschaft und Wissenschaft deutliche Bestrebungen, Digitalisierung und Anwendungen im Sinne der Industrie 4.0 voranzutreiben (UBA, 2020).

Um die anstehenden Herausforderungen der digitalen Transformation in Europa zu bewältigen, hat die Europäische Union (EU) den aktuellen Zeitraum bis 2030 zur "Digitalen Dekade Europas" erklärt. Die Ziele dieser Strategie basieren auf vier Kernaspekten: Der Entwicklung einer digital qualifizierten Bevölkerung und hochqualifizierten Fachkräften, digitaler Infrastruktur, Digitalisierung von Unternehmen und öffentlichen Dienstleistungen (Europäische Kommission, 2023). Aber auch rechtliche Vorgaben fungieren als Treiber für die Entwicklung und Umsetzung von 4.0-Anwendungen.

Für die Organisation von Geodaten in der Europäischen Union (EU) wurde mit der INSPIRE – Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 der Grundstein zur Schaffung einer einheitlichen Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft gelegt (INSPIRE, 2017). Die Richtlinie verpflichtet die Mitglieder der Europäischen Union festgelegte Geodateninhalte über Netzdienste bereitzustellen. Hierbei sollen Geodaten unter anderem zu Themengebieten wie Verkehrs – und Wassernetzen, Schutzgebieten, geografische Standorte von Gebäuden, Bodennutzung oder Wasser- und Abwassernetze gesammelt werden. Jedes Mitgliedsland stellt hierfür separat ein eigenes Geoportal zur Verfügung, auf dem die zur Verfügung stehenden Daten kostenfrei heruntergeladen werden können.

*„Das Ziel dieser Initiative ist die Schaffung einer europäischen Geodaten-Basis mit integrierten raumbezogenen Informationsdiensten. Sämtliche nationalen Geodatenstellen der EU sollen untereinander vernetzt werden. Instrumente zur Umsetzung von INSPIRE sind die EU-Richtlinie 2007/2/EG und die Durchführungsbestimmungen. Die Umsetzung der INSPIRE Richtlinie sowie der Durchführungsbestimmungen ist für alle Mitgliedstaaten verbindlich.“* (INSPIRE, 2017)

Auch national gibt es Bestrebungen zur Digitalisierung in der Bauwirtschaft. Mit dem Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Building Regulations Information for Submission Involvement“, kurz BRISE, geht die Stadt Wien einen wichtigen Schritt in Richtung digitalisierte Bauverfahren. Mithilfe von Technologien wie BIM, Augmented Reality, Robotik und Künstliche Intelligenz soll in Verbindung mit einem digitalen Verfahrensablauf der Weg zu komplett digitalen Genehmigungsverfahren in Wien geschaffen werden (Stadt Wien, s.a.).

Auch die Abwasserwirtschaft ist herausgefordert sich an ändernde Rahmenbedingungen anzupassen. Herausforderungen wie Urbanisierung, wachsende politische und technische Anforderungen, wachsende Komplexität oder der Klimawandel stimulieren bereits die Entwicklung neuer digitaler Anwendungen und Werkzeuge (DWA-M 860-1, 2022).

Das deutsche Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz UBA (2020) beschreibt die Aufgaben in der Siedlungswasserwirtschaft in Bezug auf Bestrebungen der Industrie 4.0 wie folgt: *„Wasserwirtschaft 4.0 beinhaltet die Nutzung von Digitalisierung und Automatisierung in Verwaltung, Planung und allen physikalisch-chemischen Prozessen zum Schutz und der nachhaltigen Nutzung der Ressource Wasser, zur*

*Versorgung von Haushalten, Industrie und Landwirtschaft und zum Schutz vor wasser- und gewässerbedingten Risiken. Digitalisierung, Modellierung, Automatisierung und Visualisierung ermöglichen in Ver- und Entsorgung sowie im Hochwasserschutz über die Kopplung von Sektoren und die Integration verschiedener Prozesse eine Erhöhung von Kosteneffizienz, Servicequalität, Sicherheit und Zuverlässigkeit und damit eine deutliche Verbesserung in der Daseinsvorsorge.“*

Das Regelblatt DWA-M 860-1 (2022) sieht, verglichen mit anderen Industriezweigen, auch aktuelle und zukünftige Bestrebungen der Wasser- und Abwasserwirtschaft in Bezug auf Digitalisierung. Damit sollen Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit der Branche verbessert werden, nicht zuletzt durch die automatisierte Arbeit in intelligenten Netzen: *"Durch die intensivierete Einbindung von IT, Sensorik und Modellanwendungen werden Möglichkeiten geschaffen, wasserwirtschaftliche Systeme in ihrer Komplexität und Vernetzung besser wahrzunehmen und in Produktions-, Frühwarn- und Entscheidungsprozessen abzubilden."* Weiter wird im Regelblatt der dringende Handlungsbedarf betont, die BIM-Methodik flächendeckend als zentralen Baustein der Digitalisierung in Wasser- und Abwasserwirtschaft einzuführen. *"In diesem Gesamtkontext ist BIM einer der zentralen Bausteine. Die während der Planungs- über die Ausführungs-/Errichtungs- und Dokumentationsphase erzeugten Modelle und ihre referenzierten Informationen bilden die Datenbasis für die in der Betriebsphase ablaufenden und im BIM-(Daten-)Modell abgebildeten Prozesse"* (DWA-M 860-1, 2022).

Für die Siedlungswasserwirtschaft stehen nach Garrido-Baserba et al. (2020) bei der digitalen Transformation Big-Data Analysen und die Verwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) im Betrieb, sowie Anlagen-Management, im Vordergrund.

Das UBA (2020) definiert die Kernthemen für die Digitalisierung in der Abwasserwirtschaft wie folgt: *„Die Digitalisierung wird mehrheitlich als Katalysator und Impuls für die Identifizierung von Möglichkeiten zur Steigerung der Effektivität, Effizienz und Qualität der Leistungserbringung in der Wasserwirtschaft gesehen. [...] Dies umfasst zum Beispiel den Einsatz von Planungswerkzeugen wie das Building Information Modeling (BIM) (vgl. Steckbrief 6: BIM) mit entsprechenden Anforderungen (Software, Know-How, etc.) an alle an der Planung beteiligten Akteur[Innen].“*

Für die International Water Association (IWA) stehen in Bezug auf das IWA Digital Water Programme und die digitale Transformation in der Siedlungswasserwirtschaft folgende Themen im Vordergrund: (1) Die Verknüpfung bisher voneinander getrennter Informationsquellen (Datensilos), um durch die Verknüpfung der vorhandenen Daten dynamische und nachhaltige Entscheidungsfindung (in Echtzeit) zu bestärken und (2) die Entwicklung eines Ansatzes, der die bestehende Verflechtung der Siedlungswasserwirtschaft mit anderen Sektoren berücksichtigt.

Entsprechende Digitalisierung in der Abwasserwirtschaft sollte jedoch lediglich in Bereichen forciert und umgesetzt werden, in denen sie zu Erhalt und Steigerung von Sicherheit und Qualität beitragen kann (UBA, 2020).

## 3.2 Aufgaben der Abwasserwirtschaft

### 3.2.1 Lebenszyklusbetrachtung in der Abwasserwirtschaft (Planen, Bauen, Betreiben)

Eine intakte Siedlungsentwässerung und Abwasserbehandlung leisten einen essenziellen Beitrag für den Schutz der Umwelt, eine Verbesserung der Lebensqualität und sind ein bedeutsamer Bestandteil der Daseinsvorsorge (Zeltwanger, 2014).

Wesentliche Aufgabe ist die (1) Sammlung und Entsorgung von häuslichen, gewerblichen und industriellen Schmutzwässern, Niederschlagswasser und Fremdwasser. Die (2) Behandlung und Reinigung des gesammelten Abwassers, sowie die (3) Ableitung des gereinigten Abwassers in Vorfluter.

Zu den Abwasserbeseitigungsanlagen gehören sämtliche Bauwerke zum Sammeln, Transportieren, Behandeln und Einleiten des entsprechenden Wassers (Richter & Heindel, 2015). Abwasserwirtschaftliche Bauwerke können zunächst in Regelbauwerke (zum Beispiel Kontrollschächten, Rohrleitungen, etc.) und Sonderbauwerke (zum Beispiel Regenentlastungsbauwerke, Pumpwerke, etc.) unterteilt werden.

Das Arbeitsblatt DWA-A 157 (2020) definiert Regelbauwerke wie folgt: *„Regelbauwerke sind alle baulichen Anlagen, die fast ausnahmslos aus genormten Bauteilen bestehen und daher keiner einzelfallbezogenen, detaillierten Planung oder individuellen konstruktiven Gestaltung bedürfen.“*

Wobei Sonderbauwerke nach Arbeitsblatt DWA-A 157 (2020) *„[bautechnische] Konstruktionen [sind], die eine funktionelle Einheit bilden, von besonderer hydraulischer, betrieblicher oder baulicher Bedeutung [] und für deren Erstellung eine individuelle Planung einschließlich einzelfallbezogener Tragwerksnachweise [notwendig sind].“*

Diese Abgrenzung ist für die vorliegende Arbeit insofern relevant, als dass sich bei Planung, Bau und Betrieb die Komplexität von Sonderbauwerken und Regelbauwerken stark unterscheidet.

Die Phase der Ersterrichtung ist in der österreichischen Abwasserwirtschaft nahezu abgeschlossen. In der Betriebsphase werden bedarfsmäßig Inspektionen, Sanierungen und Reinigungen veranlasst, bestehende Kanalhaltungen abgerissen oder weitere Planungsphasen initiiert. Dies kann zum Beispiel Ortsnetzerweiterungen, den Ausbau von Kläranlagen, oder die Errichtung einer Regenentlastung betreffen. Abbildung 1 verdeutlicht diese Prozesse innerhalb einer abwasserwirtschaftlichen Anlage.

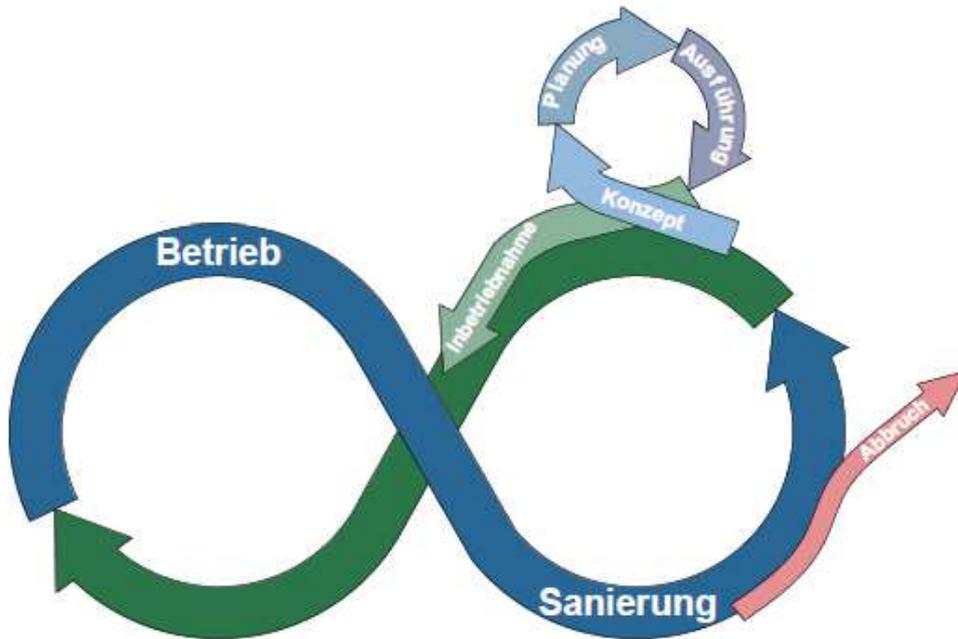


Abbildung 1 Lebenszyklus einer abwasserwirtschaftlichen Anlage (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an buildingSMART International, 2020)

Nach dem Merkblatt DWA-M860-1 (2022) sind folgenden Punkte Grundlage für die Betrachtung des Lebenszyklus eines kommunalen Abwassersystems:

- Abwasserableitung (Kanal) und Abwasserbehandlung (zum Beispiel Regenrückhaltebecken, Vorbehandlungsanlagen und Kläranlagen) als Einheit
- Lebenszyklus abwasserwirtschaftlicher Anlagen als Aufeinanderfolge unterschiedlicher Phasen
- Betriebsphase die zeitlich längste Phase der Anlage

Ziel ist es, Entwässerungssysteme so zu planen, bauen, betreiben, unterhalten und zu sanieren, dass die mit der Ableitung von Abwasser verbundenen (1) öffentlichen Gesundheits- und Sicherheitsrisiken, (2) Gesundheits- und Sicherheitsrisiken des Betriebspersonals (3) und Auswirkungen auf die Umwelt minimiert werden und zudem (4) eine nachhaltige Entwicklung gewährleistet werden kann (ÖNORM EN 752, 2017). Laut ÖNORM-EN 752 (2017) sind diese Ziele ebenso Grundlage für die Entwicklung eines integralen Siedlungsentwässerungsmanagements und dem damit verbundenen Anlagenmanagements.

Um die festgelegten Ziele erreichen zu können müssen Funktionalanforderungen definiert werden. Laut ÖNORM EN-752 (2017) sollten folgende Funktionalanforderungen an das Entwässerungssystem festgelegt werden:

- Schutz vor kanalindizierter Überflutung
- Unterhaltbarkeit
- Schutz der aufnehmenden Oberflächengewässer
- Schutz des Grundwassers
- Vermeidung von Gerüchen sowie giftigen, explosiven oder korrosiven Gasen
- Vermeidung von Lärm und Erschütterungen
- Baulicher Zustand und geplante Nutzungsdauer
- Wasserdichtheit

Zudem werden nach ÖNORM EN-752 (2017) folgende Anforderungen an das Management des Entwässerungssystems gestellt:

- Nachhaltige Verwendung von Produkten und Werkstoffen
- Nachhaltiger Energieeinsatz
- Aufrechterhaltung des Abflusses
- Nicht-Gefährdung angrenzender Bauten sowie Ver- und Entsorgungseinrichtungen nicht gefährden
- Beschaffenheit der Abwassereinleitungen in das System

In den folgenden Unterkapiteln wird auf die einzelnen Phasen des Lebenszyklus abwasserwirtschaftlicher Anlagen eingegangen: Projektentwicklung, Planung, Bauvorbereitung, Rohbau, Ausbau und Gewährleistung (WKO, 2018). Diese Strukturierung ist insofern sinnvoll, als dass ein wesentlicher Bestandteil der BIM-Methode die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus einer Anlage ist. Die Kapitel gehen auf die einzelnen AkteurInnen der entsprechenden Phasen ein und erläutern kurz, welche grundsätzlichen Überlegungen für die Abwicklung getätigt werden müssen.

### 3.2.2 Erweiterungen von Kanalnetzen in der Abwasserwirtschaft (Planen, Bauen)

Abbildung 2 zeigt die zu erbringenden Teilleistungen nach dem „Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen Band 5 Tiefbauplanung“ der Wirtschaftskammer Österreich (2018). Diese sind im Leistungsumfang enthalten, der zwischen Auftraggebenden und Planenden vereinbart wird.

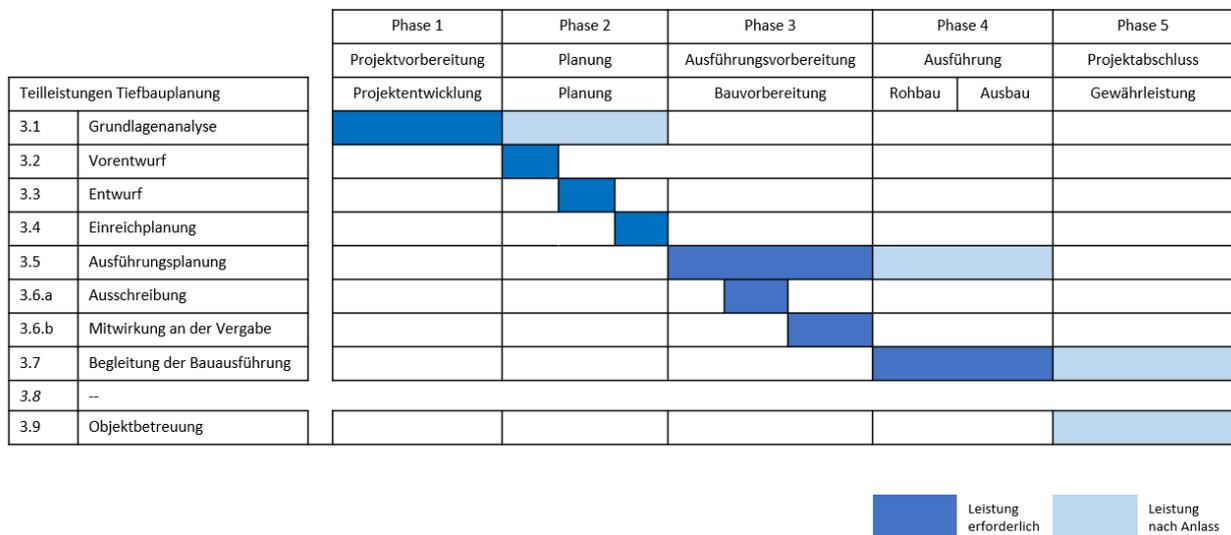


Abbildung 2 Teilleistungen in der Tiefbauplanung (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an WKO, 2018)

Eine wesentliche Herausforderung bei Bauprojekten in der Abwasserwirtschaft besteht darin, dass neue Infrastruktur unter Berücksichtigung bestehender und in Betrieb befindlicher Infrastruktur geplant und errichtet wird. Die Planung und Errichtung neuer Infrastruktur in einem kommunalen Abwassersystem geschieht also stets unter Berücksichtigung sowohl baulicher, hydraulischer und umweltrelevanter, als auch betrieblicher Randbedingungen.

Projekte in der Abwasserwirtschaft zeichnen sich durch unterschiedliche Komplexität aus. In der Planung muss das Projekt ausreichend detailliert festgelegt werden, sodass Anweisungen an Dritte für Bau oder Unterhalt des Systems gegeben werden können (ÖNORM EN 752, 2017).

In der Kanalnetzerweiterung sind primär Planende involviert, die behördliche Aufgaben im Auftrag des Auftraggebenden abwickeln und unter Berücksichtigung der bestehenden Infrastruktur, sowie der oben genannten Randbedingungen, die fachgerechte Erweiterung des Kanalnetzes planen. Dazu gehört die Koordination der Ausführung mit einer Erdbau- und Installationsfirma. Somit sind hier meist folgende Instanzen am Projekt beteiligt:

- Auftraggebende (Gemeinde, Verband, Industrieunternehmen, etc.)
- FachplanerInnen
- Behörden (Bewilligung, Förderung, etc.)
- Ausführende Firmen (Erdbau, Installation, etc.)

Es gibt unterschiedliche Arten der Bauausführung. Bei offener Bauweise werden Kanaleinbauten in einer offenen Baugrube verlegt oder erneuert. Vorteile der Methode liegen in den (1) genauen Kenntnissen über den Baugrund, einer leichteren (2) Ausrichtung nach Lage und Gefälle und der (3) vereinfachten Herstellung von Anschlüssen. Jedoch kann es bei der Kanalverlegung in offener Bauweise in großen Tiefen zu Schwierigkeiten kommen. Zudem beeinträchtigt die Ausführung den Verkehrsraum, ist wetterabhängig und erfordert umfangreiche Straßenerneuerungen (Garstka, 2018).

Bei geschlossener Bauweise werden Kanaleinbauten unterirdisch verlegt oder erneuert. Mit diesem Verfahren besteht eine geringe Beeinträchtigung der Verkehrsräume, die Einbautiefe ist nicht begrenzt, sie ist wetterunabhängig und nach der Ausführung sind kaum Straßenerneuerungen notwendig. Jedoch ist bei geschlossener Bauweise das Risiko in schlecht erkundetem Untergrund auf Hindernisse zu stoßen, zudem ist die Herstellung von Anschlüssen schwieriger (Garstka, 2018).

Die Bauweisen erheben einen entsprechend unterschiedlichen Anspruch auf Kenntnisse des umliegenden Baugrunds.

Die standardisierte Leistungsbeschreibung LB-Verkehr und Infrastruktur (LB-VI), Version 6 bietet in Österreich für den Tiefbau und somit auch für den Siedlungswasserbau einen einheitlichen Standard für Ausschreibung und Abrechnung. Die LB-VI greift auf den Standard der ÖNORM A 2063-1, die den elektronischen Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten regelt, zu. Für die ÖNORM A 2063-2 (siehe auch Kapitel 3.4.3 Normen und Richtlinien) wird zur LB-VI in Zukunft ein standardisierter BIM-Elementkatalog entwickelt (Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr [FSV], 2023).

### **3.2.3 Neuerrichtung und Erweiterung von Kläranlagen in der Abwasserwirtschaft (Planen, Bauen)**

Kommt es zur Neuerrichtung bzw. zum Umbau von Abwasserbehandlungsanlagen erhöht sich die Komplexität der Bauvorhaben stark und erfordert die Mitarbeit unterschiedlicher Fachdisziplinen. Hierbei ist die Mitwirkung von TragwerksplanerInnen, GeologInnen, UmweltingenieurInnen oder VerfahrenstechnikerInnen erforderlich. Es bündelt somit eine große Bandbreite an Ingenieurwissenschaften (Zeltwanger, 2014).

Abwasserbehandlungsanlagen werden nach DWA-Regelblatt M 251-1 (2020) in folgende Größenklassen unterteilt:

- kleine Abwasserbehandlungsanlagen (51 EW bis 20.000 EW)
- mittlere Abwasserbehandlungsanlagen (20.000 EW bis 100.000 EW)
- große Abwasserbehandlungsanlagen (über 100.000 EW)

Im Jahr 2020 werden in Österreich 632 kommunale Kläranlagen betrieben, die eine Größe von mindestens 2.000 Einwohnerequivalente (EW) haben. Hierbei sind nur circa 3 Prozent der Kläranlagen größer als 150.000 EW. Diese Kläranlagen reinigen jedoch fast die Hälfte des anfallenden Abwassers. Zudem werden circa 28.700 Kläranlagen mit einer Größe unter 2.000 EW betrieben. Diese decken jedoch nur 3,3 Prozent der gesamten Kläranlagenkapazität ab (BMLRT, 2022). Die Anzahl und Ausbaugröße der österreichischen Kläranlagen sind in Abbildung 3 verdeutlicht.

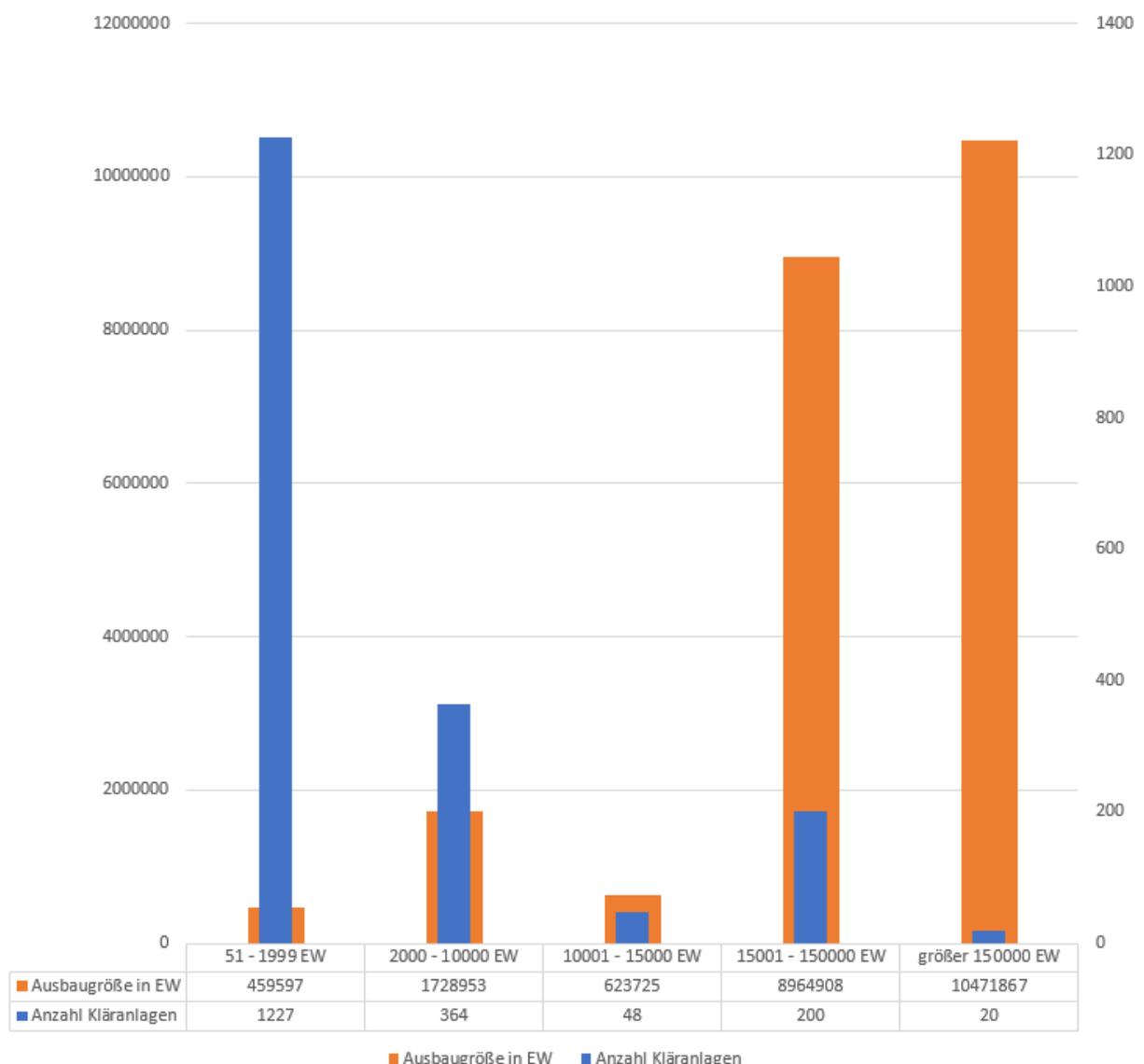


Abbildung 3 Anzahl und Ausbaugröße österreichischer Kläranlagen mit mehr als 50 EW (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an BMLRT, 2022)

In der verfahrenstechnischen Konzeptionierung müssen bereits früh im Projekt wesentliche Entscheidungen getroffen werden und die einzelnen Fachdisziplinen koordiniert werden:

*„Im Rahmen der Konzeptentwicklung/Variantenuntersuchung sind alle betroffenen bzw. planenden Fachleute zu beteiligen (Maschinentechnik, Elektrotechnik, Automatisierungstechnik, Statik, Bodengutachter[Innen], Vermessung, Brandschutz, Sicherheitstechnik, Landschaftsplanung etc.). Um die immer vorhandenen, unterschiedlichen Interessen und Vorgaben abstimmen zu können, sind frühzeitig gemeinsame Planungsgespräche unumgänglich. Eine zu späte Einbindung der Fachplanenden führt demgegenüber zu deutlich mehr Abstimmungsaufwand und erhöhtem Fehlerpotenzial. [...] Einhergehend sind Szenarien hinsichtlich der Ausfallwahrscheinlichkeit von Anlagenteilen und Komponenten zu entwickeln, um mögliche oder notwendige Notfallmaßnahmen einplanen zu können. Demnach kommt der Frage nach Redundanzen, Mehrsträgigkeit und Notumläufen etc. eine entscheidende Bedeutung zu.“ (DWA-M-215-1, 2020)*

Nach ÖNORM EN 12255-11 (2002) sind vom Auftraggebenden folgende Planungsgrundlagen bereitzustellen:

- Informationen zum Entwässerungssystem
- Angeschlossene EinwohnerInnen
- Wesentliche industrielle und gewerbliche Einleiter
- Angaben über bestehende Kläranlagen
- Bemessungszuflüsse und -frachten

*Aus der verfahrenstechnischen Konzeptentwicklung resultieren entsprechende „Vorgaben, wie zum Beispiel geeignete Verfahrenstechniken, Beckenvolumina und -oberflächen, Maschinenspezifikationen etc., [diese] sind in Bauwerke umzusetzen. Sie sind entsprechend dem funktionalenverfahrenstechnischen Zusammenhang lage- und höhenmäßig anzuordnen. In der Regel werden hierbei mehrere Alternativen entwickelt, in denen neben den in Frage kommenden Verfahrenskonzepten auch unterschiedliche Bauwerksanordnungen (Lageplanvarianten) und -formen (zum Beispiel Rundbecken, Rechteckbecken) oder auch Beckentiefen (zum Beispiel nach Belüftungssystem) berücksichtigt werden“ (DWA-M-215-1, 2020).*

Eine detaillierte Beschreibung der technischen Anforderungen in Bezug auf die Projekterstellung und Bauausführung ist für die vorliegende Arbeit nicht von größerer Relevanz. Es sei jedoch festzuhalten, dass bei der Neuerrichtung oder Erweiterung von Kläranlagen eine Vielzahl unterschiedlicher Fachdisziplinen involviert ist, die auf engstem Raum koordiniert werden müssen. Bei bestehenden Kläranlagen muss zudem ein entsprechender Betrieb während der Bauarbeiten aufrechterhalten werden, auch das erhöht die Komplexität bei diesen Bauvorhaben erheblich.

### **3.2.4 Kanalmanagement im Betrieb (Betrieb)**

Für den Betrieb abwasserwirtschaftlicher Anlagen sind in Österreich folgende Normen und Regelblätter maßgebend:

- ÖNORM EN 752 (Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement)
- ÖNORM EN 14654 (Management und Überwachung von betrieblichen Maßnahmen in Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden)
- ÖN EN 1610 (Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen)
- ÖNORM B2503 (Kanalanlagen - Planung, Ausführung, Prüfung, Betrieb)
- ÖNORM EN 13508 (Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden)

- ÖWAV-Regelblatt 22 (2015) Betrieb von Kanalisationsanlagen

Nach ÖNORM EN 752 (2017) kann das integrale Kanalmanagement zu folgenden vier Schritten zusammengefasst werden:

- (1) Untersuchung aller Leistungsaspekte des Entwässerungssystems in angemessenem Umfang (Inventarisierung des Bestandes)
- (2) Beurteilung der Leistung durch Vergleich mit den Leistungsanforderungen einschließlich des Erkennens von Ursachen für Leistungsversagen (Identifizierung kritischer Bereiche, Prioritätenreihung)
- (3) Entwicklung des Plans der durchzuführenden Maßnahmen (Instandhaltungsplanung)
- (4) Umsetzung des Plans

Laut ÖWAV-Regelblatt 22 (2015) umfasst dabei der ordnungsgemäße Kanalbetrieb u.a. folgende Aufgaben:

- Betriebsorganisation,
- Erstellung und Betreuung des Leitungsinformationssystems (s. ÖWAV-RB 40),
- Reinigung (s. ÖWAV-RB 34),
- Überwachung und Wartung,
- Inspektion (s. ÖWAV-RB 43),
- Sanierung (s. ÖWAV-RB 28 und 42),
- Generelle Entwässerungsplanung inkl. Ausbau- und Sanierungsplanung,
- Sicherheit, Gesundheit, Hygiene sowie Arbeit- und Dienstnehmerschutz,
- Aus- und Fortbildung,
- Indirekteinleiter-Verwaltung,
- Grabungskontrolle fremder Bauvorhaben,
- Beratung, Betreuung und Vertragsmanagement von Anschlusswerbern,
- Kosten- und Leistungsrechnung (s. ÖWAV-AB 41),
- Beratung zu Gebühren- und Entgeltmodellen,
- Verrechnung mit den Kunden und
- Öffentlichkeitsarbeit.

Für den effizienten Betrieb abwasserwirtschaftlicher Anlagen ist ein strategisches Kanalmanagement notwendig. Das Kanalmanagement beinhaltet sämtliche Planungen und Maßnahmen in Hinblick auf eine langfristige Strategie für den Ausbau des Netzes, sowie die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit und Werterhaltung des Kanalnetzes und sämtlicher damit verbundener Bauwerke (ÖWAV-RB 22, 2015).

Das ÖWAV-Regelblatt 22 (2015) unterscheidet in Bezug auf die Betriebsführung folgende drei Herangehensweisen:

- Feuerwehrstrategie
- Präventivstrategie
- Zustands- und Bedarfsorientierte Strategie

Mit der „Feuerwehrstrategie“ werden Maßnahmen zur Instandsetzung als Reaktion auf Störungen der Anlagen initiiert. Diese Strategie wird erfahrungsgemäß in der Praxis recht häufig

angewendet, führt jedoch zu negativen Auswirkungen auf die Umwelt und verursacht durch die sofort notwendigen Maßnahmen höhere Kosten. Bei diesem Ansatz wird wenig Geld in vorbeugende Inspektionen und Wartungsmaßnahmen investiert.

Bei der „Präventivstrategie“ werden in regelmäßigen Abständen Wartungsmaßnahmen über das gesamte Netz ausgeführt. Im Gegensatz hierzu wird bei der „zustands- und bedarfsorientierten Strategie“ auf Basis von Überwachung und Inspektionen ein entsprechender Wartungsbedarf abgeleitet.

Für die zwei letztgenannten Strategien ist ein möglichst lückenloses Datenmanagement der betreffenden Anlagen von erheblichem Mehrwert.

Das ÖWAV-Regelblatt 22 (2015) fasst den Sachverhalt wie folgt zusammen: *„Voraussetzung für eine bedarfsorientierte Betriebsführung ist die Kenntnis des Kanalsystems in baulicher, hydraulischer und umweltrelevanter Hinsicht. Ein Betriebsführungsprogramm, das auf einem möglichst lückenlosen Leitungsinformationssystem aufbaut, ist ein wertvolles Instrument, um strategische Entscheidungen zu entwickeln, zu dokumentieren und zu evaluieren. Die schnelle und übersichtliche Ausgabe von unterschiedlichsten Analyse- bzw. Abfrageergebnissen stellt eine große arbeitstechnische Erleichterung für den Kanalbetrieb dar. Neben den allgemeinen Informationsabfragen kann das Leitungsinformationssystem aber auch als wichtige Informationsgrundlage für weitergehende Untersuchungen dienen.“*

### 3.2.5 Sanierungen im Kanalnetz (Betrieb)

Der Ablauf für die Sanierung von Entwässerungssystemen gliedert sich nach ÖNORM EN-752-5 (2017) in folgende vier Phasen:

1. Vorplanung
2. Feststellung und Beurteilung des Istzustandes
3. Erarbeitung der Lösungen
4. Ausführung und Kontrolle

Während der (1.) Vorplanung werden entsprechende Anforderungen definiert, die aktuelle Funktionsfähigkeit anhand von Berichten über Schadensfälle beurteilt und eine passende Vorgehensweise bei der Feststellung und Beurteilung des Istzustandes ausgewählt.

Die (2.) Feststellung und Beurteilung des Istzustandes beinhaltet neben der Berücksichtigung von Informationen zu Lage, Materialien und Abmessungen und Bauzustand der Kanalhaltungen (falls vorhanden in Leitungsinformationssystem abgelegt), die Historie über bisherige Inspektionen und Maßnahmen zur Problemlösung, gesetzliche Anforderungen und umwelttechnische Randbedingungen. Die ÖNORM EN 752-2 (2017) betont die Wichtigkeit für die Aktualisierung der Bestandsdaten in entsprechenden Kanalkatastern.

Zudem sind hydraulische, umweltrelevante, bauliche und betriebliche Untersuchungen wesentliche Grundlage für die Ausarbeitung eines Sanierungskonzeptes von Kanalhaltungen und Schächten.

Im Zuge der hydraulischen Untersuchungen können *„für die ausreichende Bestimmung der Abflüsse (Trockenwetter- und Regenabfluß), der Infiltration und Exfiltration sowie von Fehlanschlüssen [...], Prüfungen und Inspektionen erforderlich sein. Dies kann Niederschlags- und Abflußmessungen, die Feststellung von Fehlanschlüssen und Grundwassermessungen umfassen.“* (ÖNORM EN 752-2, 2017)

Die umweltrelevanten Untersuchungen beinhalten die Erfassung betrieblicher Schmutzwässer, die Beurteilung der Dichtheit von Kanälen und die Untersuchung der Vorfluter in Hinblick auf die Einhaltung festgelegter Anforderungen.

Die baulichen Untersuchungen werden „*durch Begehung oder indirekt durch Kanalfernsehen vorgenommen [...] Falls erforderlich, muss das System gereinigt werden, um die Feststellung und Beurteilung des jetzigen Zustandes zu ermöglichen. Während der Untersuchung ist das System, soweit notwendig, von Abwasser freizuhalten. Der Zustand des Systems und besonders die Schäden sind möglichst genau und umfassend zu dokumentieren. Eine einheitliche kodierte Zustandsbeschreibung sollte angewendet werden, um die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse sicherzustellen*“ (ÖNORM EN 752-2, 2017).

Die betrieblichen Untersuchungen betreffen die betrieblichen Abläufe sowie Inspektions- und Unterhaltspläne oder betriebliche Störfälle (wie Ausfälle, Zusammenbrüche, Verstopfungen und dergleichen) sowie deren Ursachen. Auch der Einfluss dieser betrieblichen Aspekte auf die drei anderen (hydraulisch, umweltrelevant und baulich) gehört dazu (ÖNORM EN 752-2, 2017).

Eine Grundlage für die Untersuchungen bietet die ÖNORM EN 13508-2 (2011). Die erhobenen Daten werden (falls vorhanden) in ein entsprechendes Leitungsinformationssystem eingearbeitet und dienen somit als Grundlage zur Beurteilung des Zustands durch fachkundiges Personal. Zudem bieten auch Bestandspläne, ein entsprechender Lokalausweis, sowie Druckproben und Untersuchungen des Erdreichs wichtige Grundlagen für die Konzeptionierung der geplanten Sanierung (Griebaum, 2020).

Für die Wahl des passenden Sanierungsverfahrens können nach Griebaum (2020) folgende Kriterien relevant sein:

- Durchmesser Kanalrohr
  - Einsatzgrenze der einzelnen Sanierungsverfahren
- Zustand und Geometrie von Schachtbauwerken
  - Einbau von Geräten und Materialien über Schachtbauwerke
  - Erforderliche Vorarbeiten oder Bauwerkssanierung
- Haltungslänge und Leitungsgeometrie
  - Einsatzgrenze der einzelnen Sanierungsverfahren
  - Erreichbarkeit von punktuellen Schadstellen
  - Einige Verfahren nicht bogengängig
- Zufahrbarkeit
  - Prüfung auf Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit
- Hydraulik
  - Querschnittsreduktion / -erweiterung aus hydraulischen Gesichtspunkten

Nach der Erhebung relevanter Informationen ist die (3.) Erarbeitung entsprechender Lösungen notwendig.

Je nach Zustand der untersuchten Kanalhaltungen muss entschieden werden, ob punktuelle Schäden repariert werden können, Sanierungsmaßnahmen in der gesamten Haltung vorgenommen werden oder ob eine Herstellung neuer Haltungen notwendig ist (Richter & Heindel, 2015).

Die gewählten Sanierungslösungen des Entwässerungssystems müssen in einem Sanierungsplan dokumentiert werden. Die Dokumentation soll hierbei nach ÖNORM EN 752 (2017) folgende Aspekte enthalten:

- „Einzelheiten über die notwendigen Sanierungsmaßnahmen;
- andere Möglichkeiten zur Sanierung des Systems;
- sämtliche vorgesehenen Arbeitsphasen;
- ob die Punkte a bis c abhängig sind von neuen Siedlungsentwicklungen.“

Nach entsprechender Planung werden die (4.) Maßnahmen ausgeführt und mittel TV-Inspektion kontrolliert.

### 3.2.6 Investitionen und staatliche Förderungen

Im Zeitraum von 1959 bis 2022 wurden circa 50 Milliarden Euro in die österreichische Abwasserinfrastruktur investiert (BMLRT, 2022). Rund 75 Prozent dienten hierbei dem Netzausbau. Mittlerweile hat das öffentliche Kanalnetz in Österreich eine Gesamtlänge von circa 96.000 Kilometern. An dieses Abwassernetz sind im Jahr 2020 rund 96 Prozent der österreichischen Bevölkerung angeschlossen (ÖWAV, 2020). Der Anlagenbestand der österreichischen Abwasserwirtschaft beinhaltet zudem circa 24.500 Abwasserpumpwerke und circa 2.100 Regenüberlaufbecken (Schnabl et. al., 2018).

Der Bau und die Sanierung öffentlicher Kanalisationsanlagen und kommunaler Kläranlagen werden durch Bund, Länder und Gemeinden finanziert. Seit 1993 wurden circa 30 Prozent der Abwasserinfrastruktur durch Bundesförderungen finanziert (ÖWAV, 2020) Abbildung 4 zeigt die Gesamtinvestitionen in die österreichische Abwasserinfrastruktur im Zeitraum von 2001 bis 2020 und die entsprechend eingesetzten Fördermittel des Bundes.

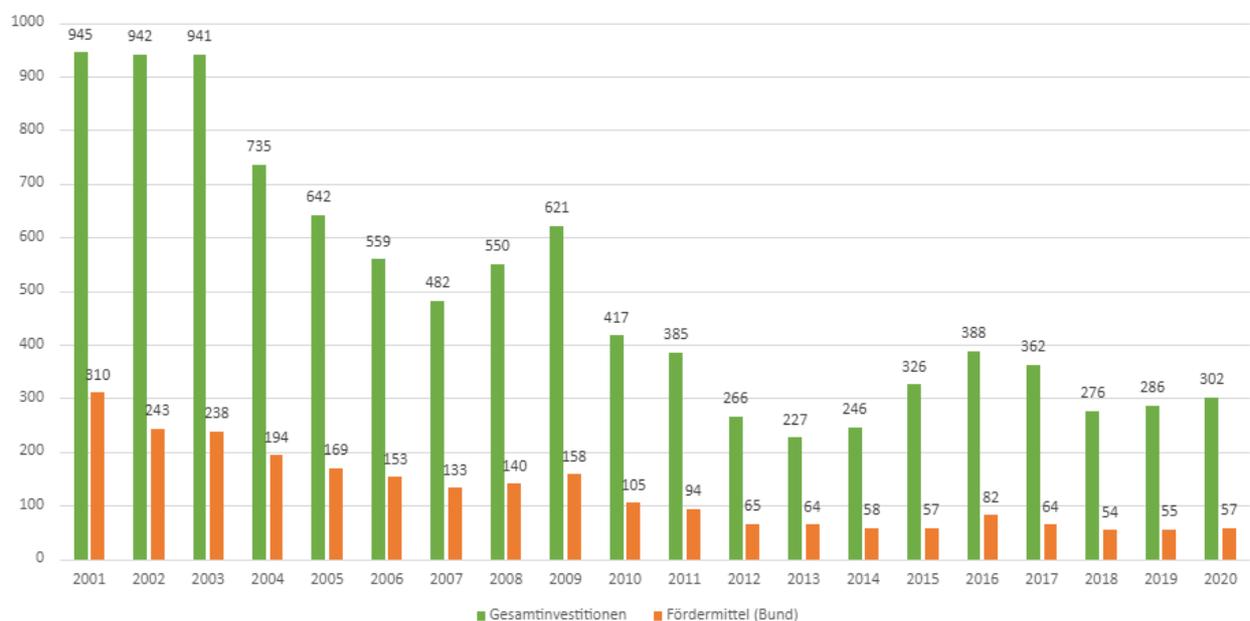


Abbildung 4 Gesamtinvestition in Mio. Euro in die österreichische Abwasserentsorgung inkl. Fördermittel (Bund) 2001 – 2020 (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Kommunalkredit Public Consulting, 2022)

Eine Studie von Schnabl et. al. (2018) befasste sich mit der Investitionskostenentwicklung für die österreichische Abwasserinfrastruktur. Für die Ermittlung bis 2030 wurden die Investitionskosten entsprechenden Anlagenkategorien zugeordnet. Zudem wurde die Ermittlung für zwei unterschiedliche Szenarien durchgeführt.

Szenario A (Funktionserhalt) prognostiziert die Investitionskostenentwicklung in dem Fall, dass sämtliche Maßnahmen getroffen werden, um den funktionierenden Betrieb der Kanalisation aufrecht zu erhalten. Für die Ermittlung der Sanierungskosten wurden die Daten der bereits endabgerechneten Leitungsinformationssysteme herangezogen. Maßgebend hierbei waren die Kanalhaltungen mit Schadenklasse 3 (mittelfristiger Handlungsbedarf) bis Schadenklasse 5 (sofortiger Handlungsbedarf).

Szenario B (Werterhalt) berücksichtigt sämtliche Investitionskosten, die entstehen, um den wertmäßigen Erhalt der Anlagen unter Gewährleistung einer 50-jährigen Nutzungsdauer zu garantieren (Schnabl et. al., 2018).

Hierbei wird nach Schnabl et. al. (2018) Szenario A als realistisches Szenario betrachtet und Szenario B stellt eine maximale Obergrenze dar.

Im direkten Vergleich zeigt sich, dass die Investitionskosten bei Szenario B im betrachteten Zeitraum durch die erhöhte Sanierungsrate wesentlich stärker ansteigen. In Szenario A bleiben die Investitionskosten pro Jahr relativ konstant. Wesentlich ist die Verteilung zwischen den festgelegten Kategorien. Hier zeigt sich, dass in Zukunft der Hauptteil der Investitionen die Sanierungsmaßnahmen von Kanälen und Kläranlagen betreffen wird. Die Neuerrichtung von Kanälen und Kläranlagen beträgt in Szenario A im Jahr 2030 nur knapp 15 Prozent der Gesamtinvestitionskosten. Ab 2026 sind für die Erstellung eines Leitungsinformationssystems (LIS) in beiden Szenarien keine Kosten mehr veranschlagt, da laut Förderrichtlinien ab diesem Zeitpunkt die Erstellung der Leitungsdatenbank des gesamten Netzen abgeschlossen sein soll (Schnabl et. al., 2018).

Investitionskosten für Maßnahmen, die aufgrund neuer Richtlinien (wie beispielsweise eine vierte Reinigungsstufe von Spurenstoffen) oder Entwicklungen des Klimawandels notwendig werden könnten, sind in der Prognose nicht berücksichtigt. Nichtsdestotrotz zeigt die Studie, dass der wesentliche Anteil der zu erwartenden Investitionskosten in der Sanierung der abwasserwirtschaftlichen Infrastruktur liegen wird.

### 3.3 Grundlagen der digitalen Abwasserwirtschaft

KanalnetzbetreiberInnen und EigentümerInnen haben einen großen Bedarf an Informationen über den Zustand und die Vorgänge ihrer Kanalnetze. Deshalb haben sich bereits früh Systeme zur Datenerfassung und Datenspeicherung etabliert. In Leitungsinformationssystemen werden datenbankgestützt relevante Daten über die Bauwerke im Abwassernetz abgelegt und verwaltet. Für den Nachweis der hydraulischen Leistungsfähigkeit gibt es seit mehreren Jahrzehnten Modellierungssoftware, die zum Beispiel anhand hydrodynamischer Ansätze Abflussverhalten im Kanalnetz modellieren kann. Zudem werden auf Kläranlagen und im Abwassernetz mittels Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik (MSR) Daten aus dem System erhoben und entsprechend zudem auf diese Basis in das System eingegriffen. Die einzelnen digitalen Ansätze zur Datenerhebung und Steuerung sind jedoch in der Praxis meist in Teilsystemen verwaltet und kommunizieren nur bedingt miteinander.

Abbildung 5 zeichnet die Idee einer digitalen, vernetzten Abwasserwirtschaft in der unterschiedliche Datenquellen miteinander verknüpft werden, um beispielsweise besser informierte Entscheidungen zu treffen. Die physikalische Ebene (A) beinhaltet sämtliche Anlagen der Siedlungswasserwirtschaft, auf dieser Ebene werden Daten gesammelt. Informationsebene (B) ist quasi das virtuelle Abbild von Ebene A und stellt die Datenbasis für die Dienst- und Geschäftsebene (C), auf der Daten genutzt werden, dar (DWA-M860-1).

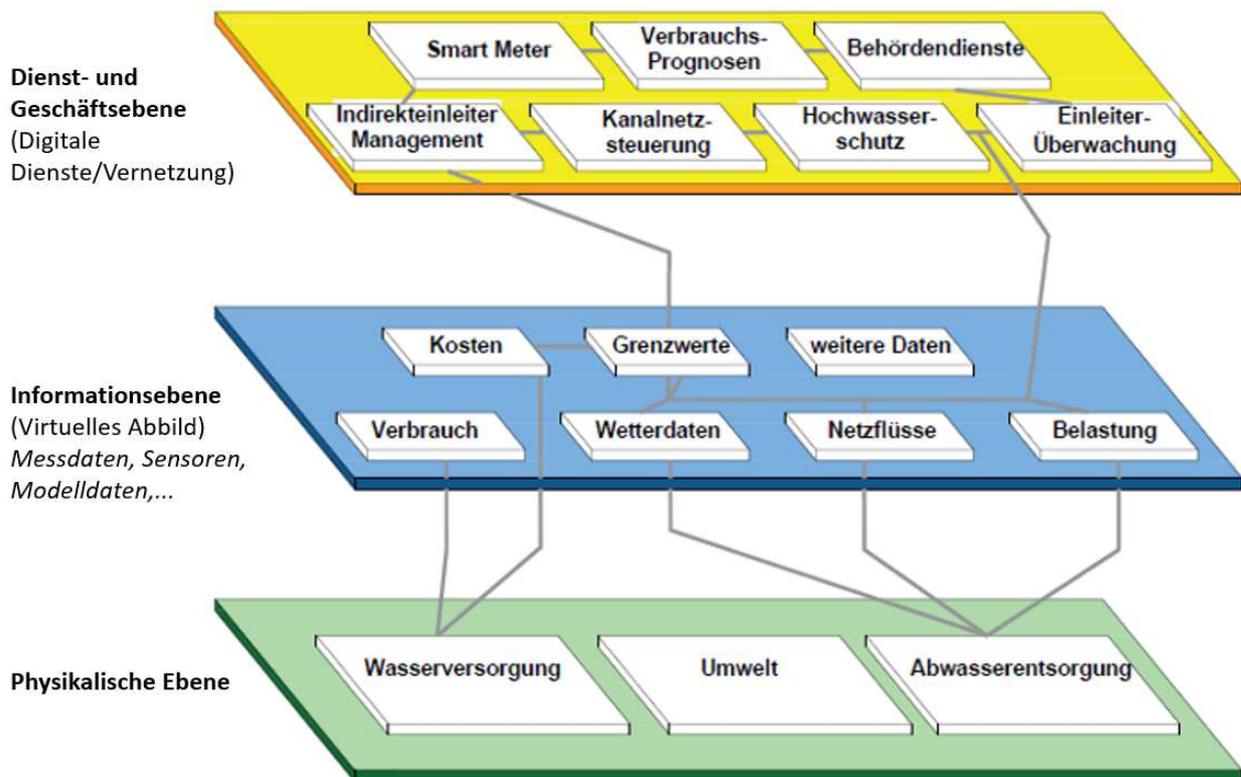


Abbildung 5 Vision einer vernetzten digitalen Abwasserwirtschaft (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an FiW e. V./ IWW Zentrum, 2019)

In den folgenden Kapiteln sollen die wichtigsten digitalen Anwendungen in der Abwasserwirtschaft, die relevant für die vorliegende Arbeit sind, erläutert werden.

### 3.3.1 Digitales Leitungsinformationssystem (LIS)

Das ÖWAV-Regelblatt 40 (2010) „Leitungsinformationssystem – Wasser und Abwasser“ beschreibt die Erstellung, Handhabung und Evidenzhaltung eines digitalen LIS für Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in Österreich.

Im ÖWAV-Regelblatt 40 (2010) wird die Funktion eines LIS wie folgt beschrieben: *„Das [...] LIS ist das zentrale elektronische Verwaltungssystem für alle Leitungsbetreiber[Innen] (Kommunen, Verbände, Stadtwerke etc.), mit dem die Erfassung, Verwaltung und Visualisierung aller relevanten Leitungsdaten erfolgt. Die Installation eines effizienten Leitungsinformationssystems ermöglicht (unterstützt) eine ökonomische und zukunftsorientierte Organisation aller für den Betrieb und die Erhaltung eines Leitungsnetzes erforderlichen Maßnahmen.“* Mit dem digitalen Leitungsinformationssystem soll mithilfe der gespeicherten Informationen über die Leitungsnetze die Zusammenarbeit zwischen EigentümerInnen und BetreiberInnen, den PlanerInnen, BauleiterInnen und Behörden erleichtert werden (ÖWAV, 2010).

Seit 2006 besteht in Österreich die Möglichkeit um eine Förderung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) für die Erstellung eines LIS anzusuchen. Bis 2020 wurden in Österreich daraufhin circa 50 Prozent der Kanäle über entsprechende Informationssysteme erfasst (ÖWAV,2020). Für die entsprechende Förderung durch den Bund müssen Mindestanforderungen bezüglich der Dateninhalte der Objekte erfüllt werden. Neben grundlegenden Informationen zu den Objekten, wie beispielsweise Bezeichnung, Strangzuordnung, Entwässerungssystem und Baujahr, werden hierbei auch Informationen über die Verlegetiefe, das Rohrgefälle sowie Rohr- bzw. Schachtmaterialien gefordert. Zudem sind Informationen der Zustandserhebung, Zustandsbewertung und der letzten Wartung des Objektes zu hinterlegen (ÖWAV, 2010).

Nach ÖWAV-Regelblatt 40 (2010) wird die Objektdarstellung des Abwasserentsorgungsnetzes hierbei in Haltungsdaten, Schachtdaten, Anschlussleitungsdaten und Sonderbauwerksdaten unterteilt. Bezüglich der detaillierten Anforderungen an die Dateninhalte sei auf die Anhänge „Kanalkataster Inhalt“ und „Wasserleitungskataster – Inhalte mit Attributliste“ des ÖWAV-RB 40 verwiesen.

Mit dem digitalen LIS stehen in Abhängigkeit von verwendeten fachspezifischen Modulen und vorhanden Daten unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten zur Verfügung. In Tabelle 1 sind, in Anlehnung an die Auflistung in ÖWAV-RB 40, unterschiedliche Anwendungsfälle aufgelistet. Inwiefern die hierin beschriebenen Anwendungsmöglichkeiten umgesetzt werden können, richtet sich jedoch nach der zur Verfügung stehenden Software, den vorhandenen Daten, der Qualität der Daten und zudem in der Bereitschaft der AnwenderInnen die entsprechenden Anwendungen zu nutzen.

Tabelle 1 Anwendungsmöglichkeiten LIS (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an ÖWAV-Regelblatt 40, 2010)

<b>Bereich</b>	<b>Anwendungsmöglichkeiten</b>
<b>Auskunftssystem</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Bürgerservice</li><li>▪ Planauskunft/Planausgabe</li><li>▪ Infrastrukturplanung (Grundlage für Netzerweiterungen)</li><li>▪ Raumplanung</li></ul>
<b>Dokumentation</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Leitungsbestand</li><li>▪ Bemessungsdaten für hydraulische und bauliche Beurteilung</li><li>▪ Trinkwasserabnehmer und Abwassereinleiter</li></ul>
<b>Verwaltungsarbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Behördenverfahren (vereinfachte Kollaudierung v. Bau- oder Sanierungsmaßnahmen)</li><li>▪ Fördermittelverwendung</li><li>▪ Bescheidablage und -organisation</li><li>▪ Auflagenverwaltung</li><li>▪ Terminkontrollen</li><li>▪ § 134 WRG-Berichtsunterlagen</li></ul>
<b>Budget-/ Finanzplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Investitions- und Re-Investitionsbedarf</li><li>▪ Vermögensbewertung</li><li>▪ Personalkosten</li><li>▪ Langfristiger Budgetmitteleinsatz</li></ul>
<b>Betrieb</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wartungs- und Zustandsdaten</li><li>▪ Betriebsdaten mit Arbeits- und Geräteaufzeichnungen</li><li>▪ Aufgaben für Betriebsführung</li><li>▪ Daten für Planung und Durchführung von Sanierung/Reparatur</li><li>▪ Planung, Organisation und Koordination (Personal, Geräte und Wartungstätigkeiten – Kanalreinigung, TV-Inspektion)</li><li>▪ Strategien (Zustandsdaten für die Entwicklung von Erhaltungs- und Erneuerungsstrategien)</li><li>▪ Betriebskennwerte, Benchmark</li><li>▪ Netzverfolgung (bei Rohrbrüchen und Brandereignissen bzw. für Einzugsflächenermittlung)</li><li>▪ räumliche Einteilung der Kanäle und Wasserleitungen für die Überprüfungen im Sinne des § 134 WRG</li><li>▪ Indirekteinleiter</li><li>▪ Störungsmanagement</li></ul>

Abbildung 6 beschreibt die Aufteilung der gespeicherten Daten in Sachdaten und Geometriedaten. In den Sachdaten werden sämtliche relevanten Daten, die zur Beschreibung des Objektes in einer definierten Informationstiefe notwendig sind, gespeichert. Hierzu gehören beispielsweise Daten über den Zustand, die Materialien, Baujahr, etc. Die Geometriedaten beinhalten Position und Form des Objektes, sowie die grafische Darstellung und Topologie.

Für die Führung und Pflege eines LIS sind neben Kenntnissen über das Kanalnetz insbesondere fundierte Kenntnisse im Bereich Datenmanagement erforderlich.

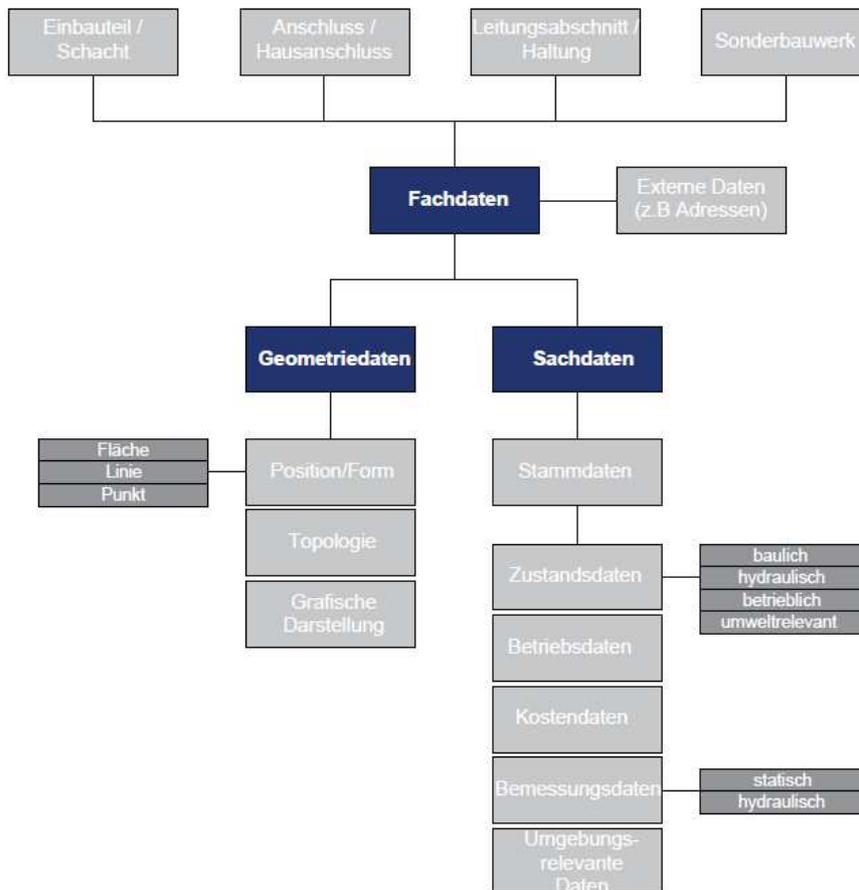


Abbildung 6 Beispiel einer thematischen Abgrenzung für Wasser- und Kanalsystem (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an ÖWAV-Regelblatt 40, 2010)

Um die Lage von abwassertechnischen Objekten zu bestimmen, werden meist der Schachtdeckel und die Schachtsohle (X, Y, Z) eines Bauwerkes eingemessen. Bei der Digitalisierung von bestehenden Kanalnetzen werden zusätzlich analoge Bestandsunterlagen herangezogen. Allerdings ist die Qualität dieser Unterlagen äußerst unterschiedlich. Die Datenqualität muss nach ÖWAV-RB 40 (2010) in den Metadaten des Objektes festgehalten werden.

Für das Einarbeiten der Daten ist nach ÖWAV-RB 40 (2010) ein entsprechendes Konzept zu entwickeln: „Ein grundlegendes Verständnis für das Datenmodell kann dazu beitragen, Sachdaten in der Art und Weise zu sammeln, dass sie anschließend ohne aufwendige Nachbearbeitung direkt den zugehörigen Objekten zugeordnet werden können. Für die Erhebung der Sachdaten sind eindeutige Regeln festzulegen, welche Daten, in welcher Form und in welcher Informationstiefe erfasst werden müssen.“



Tabelle 2 Inhalte der ISYBAU-Datenbereiche (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an ÖWAV-RB 40, 2010)

Datenbereiche	Inhalt
<b>Metadaten</b>	Administrative Daten und Informationen zu entsprechenden Objekten und Beschreibung und Zusammenfassung der einzelnen Fachdatenkollektive (Stammdaten, Zustandsdaten, Hydraulikdaten, Betriebsdaten und Präsentationsdaten)
<b>Stammdaten</b>	Objektspezifische Geometrie- und Substanzdaten (zum Beispiel Material, Abwasserart, Dimension, etc.)
<b>Zustandsdaten</b>	Auftragsbezogene Inspektionsdaten (optische Inspektion, Dichtheitsprüfungen, Zustandsfilme) der einzelnen Objekte hinterlegt
<b>Hydraulische Daten</b>	Hydrologische/hydraulische Zustandsdaten wie zum Beispiel Einzugsgebiete, Einzugsflächen, Belastungsdaten oder Berechnungsergebnisse
<b>Betriebsdaten</b>	Beobachtungsdaten zu Mess- und Erkundungsstellen
<b>Präsentationsdaten</b>	Visualisierungsinformationen zur Übermittlung von spezifischen Layouts

In Bezug auf offene Austauschformate für Geodaten sei hier kurz auf das offene und herstellerneutrale Informationsmodell CityGML hingewiesen. Hiermit werden 3D-Geometrien, 3D-Topologien, Semantik und visuelle Erscheinungen von Stadt- und Landschaftsobjekten beschrieben. Es wurde vom Geospatial Consortium (OGC) entwickelt, um den Austausch räumlicher Daten zu bewerkstelligen und eine neutrales Datenformat für 3D-Städtedatenmodelle zu definieren (Sharafat et. al. ,2021). Eine Erweiterung des CityGML-Datenformats ist die CityGML Utility Network ADE.

*Diese Erweiterung „definiert ein umfassendes Datenmodell für die Repräsentation verschiedener Arten von Ver- und Entsorgungsnetzen wie Strom-, Trinkwasser-, Abwasser-, Gas-, Öl-, Fernwärme- und Telekommunikationsnetze und unterstützt damit anspruchsvolle Analysen und Simulationen, die eine kombinierte Sicht auf 3D-Stadtmodelle und Versorgungsinfrastrukturen erfordern. Mögliche Anwendungsbereiche der ADE sind Planung und Simulation von Fernwärme-, Strom- und Trinkwassernetzen, Planung und Betrieb smarter Stromnetze, Dokumentation und Visualisierung von Ver- und Entsorgungsnetzwerken, Vulnerabilitätsanalysen und Katastrophenschutz, Stadtsystemmodellierung und Smart Cities sowie Facility Management.“ (Kolbe, s.a.)*

Das Austauschformat gewinnt insbesondere Relevanz durch Bestrebungen, Geodaten und BIM-Modelle zu verknüpfen. Entsprechende Forschungsarbeiten zu dem Thema werden in Kapitel 5.1 erwähnt.

### 3.3.2 Kanalnetzmodellierung

Durch hydrodynamische Simulationsverfahren lässt sich die hydraulische Leistungsfähigkeit eines Kanalnetzes beurteilen. Die hydrodynamischen Berechnungen basieren dabei auf der Abbildung des Fließvorganges nach den Saint-Vernant Gleichungen.

Mittels Kanalnetzmodellierung können anhand hydrodynamischer Berechnungsmodelle Überlastungszustände berechnet und so beispielsweise Rückstau und Fließumkehr abgebildet werden.

In diesem Bereich gibt es unterschiedliche Softwareprodukte, wie beispielsweise:

- InfoSWMM von InnoAqua / Innovyze,
- InfoWorks ICM von InnoAqua / Innovyze,
- SWMM der United States Environmental Protection Agency (EPA),
- Cepage
- HYSTEM EXTRAN der itwh GmbH,
- MIKE URBAN von DHI

Die erforderlichen Daten für die hydraulische Nachweisführung nach ÖWAV-Regelblatt 11 (2008) sowie nach ÖWAV-Regelblatt 19 (2007) lassen sich in folgende Kategorien unterteilen:

- Einzugsgebietsbezogene Daten,
- leitungsbezogene Daten,
- hydrologische Daten (Bemessungsniederschläge / Zeitreihen),
- und Monitoringdaten (zur Modellkalibrierung).

Die leitungsbezogenen Daten können aus einem LIS generiert werden. Ist kein LIS vorhanden oder sind die Daten nur in einer unzureichenden Qualität vorhanden, müssen Vor-Ort-Aufnahmen durchgeführt werden (BML, 2015). Ein gut gepflegtes LIS bietet demnach spart also Zeit und Aufwand und bedeutet damit einen großen Mehrwert für die Abwasserwirtschaft.

Das Merkblatt DWA-M 165-1 (2021) unterteilt den Datenbedarf für Niederschlags-Abfluss Berechnungen in 5 Teildatenmodelle: (1) Niederschlagsdatenmodell, (2) Kanalnetzdatenmodell, (3) Flächendatenmodell, (4) Geländedatenmodell, (5) Trockenwetterdatenmodell.

Der Niederschlag ist die wesentliche Eingangsgröße und bestimmt maßgeblich die Belastung des Kanalnetzes. In Bezug auf die Niederschlags-Abfluss Modellierung sind über das Kanalnetz lediglich Informationen über die hydrologischen (Einzugsgebiet) und hydraulischen (Kanalnetz) Eigenschaften notwendig. Für die Berechnungen wird das Kanalnetz in einem Knoten-Kanten Modell abstrahiert.

Die benötigten Daten über die einzelnen Komponenten des Kanalnetzdatenmodells sind im Merkblatt DWA-M 165-1 (2021) beschrieben und werden in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3 Benötigte Daten für das Kanalnetzdatenmodell (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Merkblatt DWA-M 165-1, 2021)

<b>Datenbereiche</b>	<b>Benötigte Daten</b>
<b>Schachtelemente (Knoten)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lagekoordinaten</li> <li>▪ Sohlhöhe</li> <li>▪ Deckelhöhe</li> </ul>
<b>Speicherelemente (Knoten)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lagekoordinaten</li> <li>▪ Sohl- und Geländehöhen</li> <li>▪ Volumenfunktion <math>V = f(h)</math></li> <li>▪ Maximale Stauhöhe</li> </ul>
<b>Ein- und Auslässe (Knoten)</b>	
<b>Transportelemente (Kante)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lagekoordinaten</li> <li>▪ Länge</li> <li>▪ Rohrsohlenhöhe</li> <li>▪ Profilform- und -abmessungen</li> <li>▪ Wandrauheit</li> <li>▪ Verlustbeiwerte</li> </ul>
<b>Verteilbauwerke (Kanten/Knoten)</b>	<p><b>Streichwehr</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lagekoordinaten</li> <li>▪ Sohlhöhe Zu- und Ablauf</li> <li>▪ Wehrhöhe</li> <li>▪ Wehrlänge</li> <li>▪ Kammerhöhe</li> <li>▪ Überfallbeiwert</li> <li>▪ Lichte Höhe der Wehröffnung</li> <li>▪ Vorrichtung zur Rückflussverhinderung</li> </ul> <p><b>Wehr mit Bodenöffnung/Schälzung/Trennblechen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fläche der Öffnung</li> <li>▪ Höhe der Schneidekante</li> <li>▪ Durchflussbeiwert</li> </ul>
<b>Regelorgane (Kanten/Knoten)</b>	<p><b>Pumpwerke</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pumpenkennlinien</li> <li>▪ Ein- und Ausschaltpunkte</li> <li>▪ Betriebszustände,-anweisungen</li> </ul> <p><b>Schieber</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Profilform- und -abmessung</li> <li>▪ Schieberstellung</li> <li>▪ Sohlkote</li> <li>▪ Durchflussbeiwert</li> <li>▪ Betriebszustände, -anweisungen</li> </ul>

### 3.3.3 Leit- und Automatisierungstechnik

Das Regelblatt DWA-M 253 (2011) beschreibt den Zweck von Leit- und Automatisierungstechnik wie folgt: „Die Leit- und Automatisierungstechnik auf Abwasseranlagen dient zur Prozessüberwachung und Prozesssicherung, Prozessführung und -regelung sowie zur Prozessoptimierung und -dokumentation. Hierfür werden Prozessinformationen erfasst, verknüpft, verarbeitet, visualisiert und Prozesseingriffe vorgenommen. Funktionen der Leit- und Automatisierungstechnik sind weiterhin das Bedienen und Beobachten der Abwasseranlage, die Grenzwertüberwachung, Meldungs- und Alarmbehandlung sowie die geordnete Dokumentation in entsprechenden Berichten und Protokollen gemäß den Anforderungen des Merkblattes ATV-DVWK-M 260 zur Erfassung, Darstellung und Archivierung von Prozessinformationen.“

Eine ausführliche Behandlung der Thematik von Leit- und Automatisierungstechnik ist für die vorliegende Arbeit nicht notwendig. Dieses Kapitel gibt jedoch einen Überblick über verwendete Techniken und das damit verbundene Datenmanagement.

Die theoretische Automatisierungspyramide (siehe Abbildung 8) verdeutlicht die Hierarchie und Ebenen der einzelnen Aufgaben in der Leit- und Automatisierungstechnik. Zwischen den Ebenen findet ein bidirektionaler Informationsaustausch statt. Das heißt, dass die Informationen in beide Richtungen ausgetauscht werden. Sensordaten gelangen aus der untersten Ebene bis in die Betriebsführung. Aber auch von höherer Ebene werden Eingriffe in die Prozesse unterer Ebenen veranlasst, beispielsweise mit der manuellen Einstellung von Dosierstationen (Regelblatt DWA-M 253, 2011).

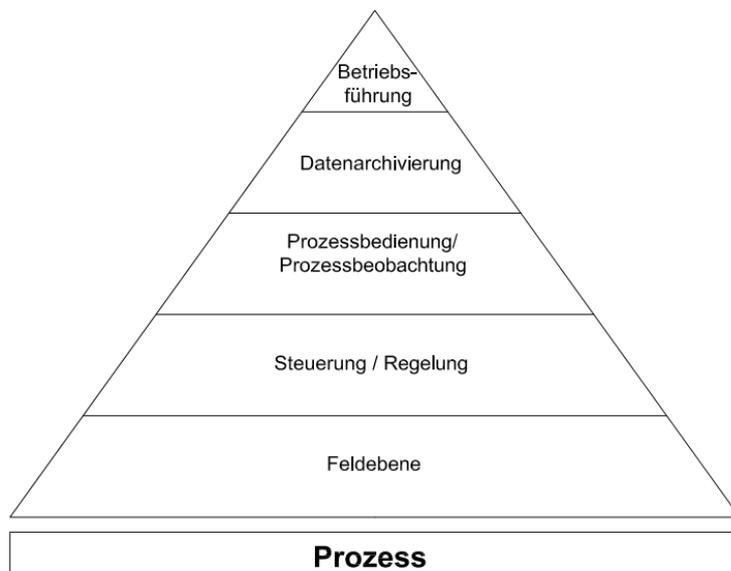


Abbildung 8 Automatisierungspyramide (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Merkblatt DWA-M 253, 2011)

Auf der (1) Feldebene werden Prozessdaten und Messdaten erfasst und es wird zudem direkt in Prozesse eingegriffen (Sensoren und Aktoren). In der (2) Steuerungs- und Regelungsebene werden Mess- und Stellsignale verarbeitet. Hier werden über programmierbare Steuerungen in Prozesse der Feldebene eingegriffen. Die (3) Prozessbedienungs- und Prozessbeobachtungsebene ist die wichtigste Ebene zwischen Prozess und Bedienendem. Der Bedienende bekommt hier über unterschiedliche Darstellungsformen Informationen aus der Feldebene und kann daraus Entscheidungen ableiten. Auf der (4) Ebene der Datenarchivierung werden aus unterschiedlichen Quellen Daten über Prozesse gesammelt. Hierbei kann es sich sowohl um automatisch erfasste

Prozessdaten als auch um Labor- und Handeingabewerte handeln. Die gesammelten Daten bilden die Grundlage für Jahresberichte, Betriebstagebücher, Instandhaltungsberichte sowie statistische Auswertungen. Zu den Aufgaben der (5) Betriebsführungsebene zählen zum Beispiel das Zusammenwirken von Kläranlage und Kanalnetz, Fahrpläne für den Anlagenbetrieb oder Instandhaltungspläne (DWA-M 253, 2011).

### 3.4 Grundlagen der BIM-Methode

Die BIM-Methode wird, wie in Kapitel 3.1 bereits beschrieben, als zentraler Aspekt der digitalen Transformation gesehen (UBA, 2020). Für die vorliegende Arbeit ist es entsprechend notwendig, ein klares Rahmenwerk darüber zu schaffen, was unter der BIM-Methode genau verstanden wird. Diesbezüglich wird in den folgenden Unterkapiteln genauer auf die einzelnen Aspekte der Methode eingegangen.

#### 3.4.1 Begriffsabgrenzung

Die ISO 19650-1 (2018), die internationale Norm für Building Information Modeling (BIM), definiert die Methode folgendermaßen: *„Nutzung einer untereinander zur Verfügung gestellten, digitalen Repräsentation eines Assets zur Unterstützung von Planungs-, Bau- und Betriebsprozessen als zuverlässige Entscheidungsgrundlage.“*

Entscheidender Aspekt der BIM-Methode ist die objektbezogene Datenhaltung. Das heißt, Informationen zu Projekten werden nicht in Form von Plänen, Beschreibungen und Listen („einfach“ abgelegt) sondern objektbasiert verwaltet. Das bedeutet, dass sämtliche relevanten Informationen im entsprechenden Einzelobjekt des Bauwerksmodelles hinterlegt sind (Plandata, s.a.).

In konventionellen Projekten liegen Informationen unterschiedlichster Natur (zum Beispiel Bauzeitplan, Produktlisten, Bestellformulare, etc.) in unterschiedlicher Form (Excel Dateien, CAD-Planung, PDFs, E-Mail, analoge Bescheide etc.) dezentral an unterschiedlichen Stellen (analog in Ordnern in Büros, in Postfächern, auf Servern, Festplatten, in verschiedenen Clouds). Es gibt keine zentrale Stelle, auf die alle Projektbeteiligten zugreifen können, an der für alle die jeweils relevante Information verknüpft und zentral zugänglich ist. Die BIM-Methode verspricht eine bedeutsame Weiterentwicklung im Umgang mit Daten, indem diese zentral, objektbasiert und verknüpft über den gesamten Lebenszyklus von Projekten erstellt und verfügbar werden.

Die BIM Methode ist eine modellbasierte und objektbezogene Methode des Datenmanagements. Sie funktioniert auf Basis integrierter Kommunikation und Kollaboration aller Projektbeteiligten. Im Fokus steht die Lebenszyklusbetrachtung von Projekten. Ziel von BIM ist es, dass alle Beteiligten eine saubere Grundlage für gut informierte Entscheidungen haben – *„Better Information Management“*, wie BIM4Water (s.a.) es nennt.

Es ist wichtig, ergänzend zu erwähnen, dass BIM eine Methode ist, Projekte abzuwickeln. Es beschränkt sich nicht auf entsprechende Softwareanwendungen oder ein 3D Modell, wie immer wieder fälschlicherweise angenommen wird, sondern beinhaltet die Umstellung grundlegender Arbeitsprozesse.

### 3.4.2 Open- und Closed BIM

Die Einführung von BIM kann auf unterschiedliche Weisen erfolgen. Daraus hat sich die Unterscheidung zwischen little und big BIM und, noch wichtiger, die Unterscheidung zwischen open und closed BIM ergeben (siehe Abbildung 9).

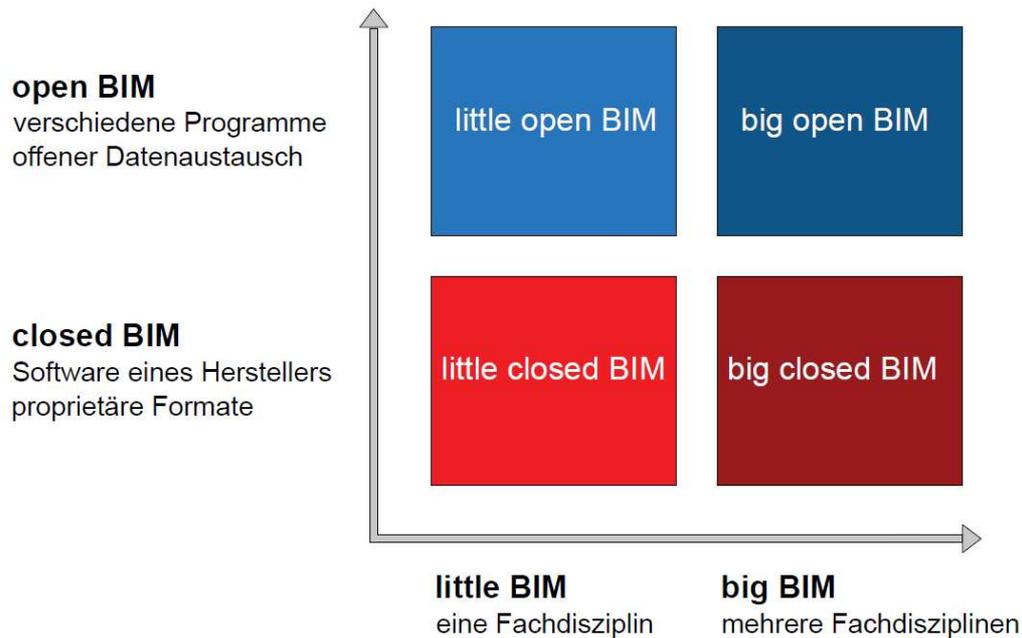


Abbildung 9 Unterscheidungsmatrix BIM (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Borrmann et. al, 2015)

Abbildung 9 zeigt unterschiedliche Abstufungen der BIM-Nutzung. Bei closed BIM werden Programme eines einzelnen Herstellers verwendet. Der Datenaustausch funktioniert hierbei über herstellereigene, proprietäre Formate. Das bedeutet, dass Daten nicht mit Programmen anderer Hersteller ausgetauscht werden können. Im Gegensatz hierzu ermöglicht der open BIM-Ansatz durch offene Datenformate einen Datenaustausch, der unabhängig vom verwendeten Programm ist (siehe dazu auch Kap. 3.4.9 Schnittstellen). Bei little BIM wird die BIM-Software nur von einzelnen Beteiligten für bestimmte Aufgaben verwendet. Eine Übermittlung des Modells an weitere FachplanerInnen zur Abgleichung und Koordination ist hierbei auch nicht vorgesehen. Mit dem big BIM-Ansatz besteht eine modellbasierte Kommunikation zwischen allen Projektbeteiligten (Borrmann et. al., 2015).

Closed BIM bleibt immer innerhalb einer spezifischen Softwareanwendung. Es ermöglicht daher den einfachen Datenaustausch durch die interne Kompatibilität nativer Formate und damit einen verhältnismäßig unkomplizierten und schnellen Einstieg in die Anwendung von BIM. Das kann ein Vorteil sein. Jedoch können bereits durch Versionsänderungen einer Software Kompatibilitätsprobleme entstehen, sodass Daten nach längerer Zeit nicht mehr verwertbar und austauschbar wären. Für eine möglichst lange Nutzung des Modells über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks ist eine langfristige Verwendbarkeit der Daten aber essenziell (Silberbauer, 2020). Das kann, neben der Inkompatibilität von Formaten zwischen Softwareherstellern, ein Problem sein.

Open BIM bezieht durch den Datenaustausch in offenen Formaten alle Projektbeteiligten mit ein. Jeder kann in dem Softwareprodukt arbeiten, das für die jeweilige Aufgabenstellung optimal ist.

Das Ergebnis wird den Projektbeteiligten in einem offenen Format (siehe dazu 3.5.9 Schnittstellen) und zur weiteren Nutzung zur Verfügung gestellt.

In der Baubranche ergibt sich aufgrund der Vielzahl an beteiligten Fachdisziplinen eine große Bandbreite an Softwareanwendungen unterschiedlicher Hersteller. Eine Abwicklung mit dem big open BIM-Ansatz ist aufgrund dessen insbesondere für AuftraggeberInnen sinnvoll. Hiermit wird zudem der Wettbewerb zwischen den einzelnen Bietenden nicht eingeschränkt.

### 3.4.3 Normen und Richtlinien

Die International Organization for Standardization (ISO) beschäftigt sich mit der Entwicklung internationaler Standardnormen. Insbesondere geht es um Industriestandards für technologische Bereiche (Klein, 2018). Stand 2022 beraten in dieser Normungsorganisation Delegierte aus 167 Ländern über die Entwicklung neuer Normen (ISO, 2022).

Länder sind hierbei nicht verpflichtet die internationalen Normen (ISO) in die nationalen Normenwerke zu übernehmen. Wird eine ISO-Norm in Österreich übernommen, wird sie als ÖNORM-ISO gekennzeichnet. Im Gegensatz hierzu müssen Normen des Europäischen Komitees für Normung (CEN) sehr wohl in das nationale Recht von EU-Ländern übernommen werden. Oft werden ISO-Normen gemeinsam mit dem CEN entwickelt und sind damit auch verpflichtend umzusetzen. In Österreich werden entsprechende Normen vom Austrian Standards Institute (ASI) entwickelt und mit ÖNORM EN ISO gekennzeichnet (Bundesregierung Österreich, 2022).

Auf Ebene des CEN wurden mittlerweile eine Vielzahl spezifischer Normen zum Thema BIM veröffentlicht. Wesentliche Normen auf Ebene des CEN sind in Abbildung 10 dargestellt. Es ist festzuhalten, dass es bisher jedoch auch auf europäischer Ebene keine spezifische BIM-Norm in Bezug auf die Abwasserwirtschaft gibt.

In Abbildung 10 ist eine Auswahl an BIM-Normen dargestellt. Die ISO-Norm 19650:2018 ist die maßgebende internationale Norm für Informationsmanagement im BIM-Prozess. Sie umfasst das gesamte Informationsmanagement über den Lebenszyklus eines Bauvorhabens und gibt grundlegende Beschreibung zur BIM-Methode (Baldwin et al., 2018).

Die Normenreihe umfasst folgende Teile:

- ISO 19650-1 Begriffe und Grundsätze
- ISO 19650-2 Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase
- ISO 19650-3 Betriebsphase der Assets
- ISO 19650-4 Informationsaustausch
- ISO 19650-5 Spezifikation für Sicherheitsbelange von BIM, der digitalisierten Bauwerke und des smarten Assetmanagements

Mit der ISO 16379 bzw. der entsprechenden ISO EN 16739 gilt Industry Foundation Classes 4 (IFC 4) seit 2017 als internationale Norm (siehe Kapitel 3.4.9 Schnittstellen) und musste in das Normenwerk der europäischen Staaten übernommen werden.

Die EN 17412:2020 beschreibt Festlegungen zur Informationsbedarfstiefe und von der Informationsbereitstellung im Lebenszyklus eines Bauvorhabens (siehe Kapitel 3.4.7 Detaillierungsgrade).

Die ÖNORMEN A6241-1 (2015) und A6241-2 (2015) beziehen sich inhaltlich überwiegend auf den Hochbau und werden in der vorliegenden Arbeit nicht weiter behandelt. Die ÖNORM A2063-2 (2021) behandelt den Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen

Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung und nimmt hierbei auch Bezug auf BIM Level 3. Die ÖNORM A7010-6 (2019) regelt die Datenübergabe und Datenweiterführung für den BIM-Planungsprozess und die spätere Betriebsphase (ASI, 2023).

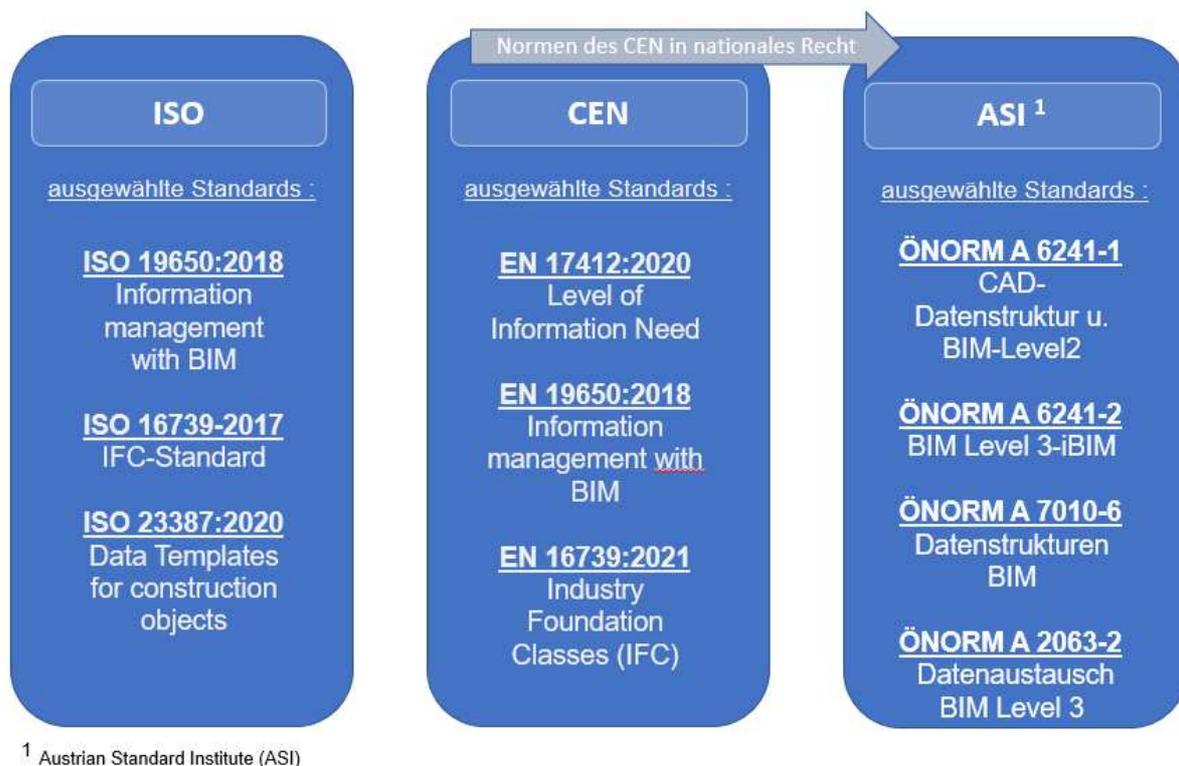


Abbildung 10 Auswahl v. BIM-Normen unterschiedlicher Gremien (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Beyer, s.a.)

### 3.4.4 Dokumente/Verträge

Bei der Projektabwicklung mittels BIM-Methode sind konkrete Vorgaben für die Umsetzung notwendig. Nach Essig (2021) sind derartige Projektvorgaben nicht neu und nicht erst seit Einführung der BIM-Methode notwendig. Auch bei konventionellen Planungsmethoden müssen bezüglich des Austausches von Daten entsprechende Vorgaben gemacht werden. Das betrifft unter anderem die Definition geforderter Austauschformate. Um insbesondere an der Schnittstelle von der Planungs- in die Ausführungsphase und von der Ausführungsphase in den Betrieb Informationsverluste zu vermeiden, werden üblicherweise entsprechende Vorgaben in Dokumentationsrichtlinien oder Pflichtenheften verfasst (Essig, 2021).

Verpflichtende BIM-Vorgaben werden seitens BauherrIn oder Auftraggebenden in der Auftraggeberinformationsanforderung (AIA) definiert. Diese Vorgaben sind als Lastenheft seitens des Auftraggebenden zu verstehen. In welcher Form die auftraggeberseitigen Vorgaben erfüllt werden wird im BIM-Abwicklungsplan (BAP) beschrieben (Essig, 2021).

International entspricht die AIA den Exchange Information Requirements (EIR) nach ISO 19650-1 (2018). Die AIA legt fest welche Informationen während des Projekts und nach dessen Abschluss an den Auftraggebenden übergeben werden müssen. Zudem sollte das Dokument Verfahrensweisen und technische Standards für den Dateientransfer und kollaborative Prozesse enthalten (Baldwin et al., 2018). Inhaltlich sind insbesondere Angaben zu dem Zeitpunkt, der Detailtiefe und einer Formatvorgabe in Bezug auf die angeforderten Daten wesentlich. Für die

Definition der AIA ist somit vorab der Informationsbedarf auf Projekts- und Unternehmensebene bzw. aus Sicht des Betriebs zu ermitteln (Pilling & Gerrits, 2021).

Der BAP entspricht international nach ISO 19650-1 (2018) dem BIM Execution Plan (BEP) und wird bereits zu Beginn der BIM-Nutzung auf Basis der AIA festgelegt und beschreibt, wie die in den AIA definierten Anforderungen konkret umzusetzen sind. Der BAP ist somit das auf dem AIA (Lastenheft) aufbauende Pflichtenheft (Essig, 2021). Durch den BAP soll die Transparenz für Auftraggebende, die beauftragten Planungsbüros und die ausführenden Firmen verbessert werden und zudem die Zusammenarbeit zwischen den ProjektteilnehmerInnen gefördert werden. Im Gegensatz zu der AIA, die während des Projektes nicht verändert wird, wird der BAP während des Projektes fortgeschrieben (Pilling & Gerrits, 2021).

Nach Essig (2021) beschreibt der BAP das „Wie und Womit“ und beinhaltet folgende Punkte: (1) Einleitung und Projektspezifikationen, (2) Projektziele, (3) Projektorganisation, (4) Umsetzung und Ablauf, (5) Terminplanung, (6) Qualitätssicherung, (7) Datenformate, Datenschnittstellen und Datenlieferung, (8) Plattform (CDE) und Werkzeuge und (9) die Qualitätssicherung zur Einhaltung der AIA.

### 3.4.5 BIM-Anwendungsfälle

Bestandteil der AIA ist die Definition von konkreten BIM-Zielen und entsprechenden BIM-Anwendungsfällen. Die Formulierung der durch BIM zu erreichenden Ziele ist für die mögliche Effizienzsteigerung im BIM-Prozess notwendig. Hierzu gehören nach Liebich et. al. (2019) zum Beispiel folgende Ziele:

- Verbesserung der Kommunikation und Schnittstellenkoordination
- Erhöhung der Planungssicherheit, insbesondere durch gesteigerte Termin- und Kostensicherheit
- Erhöhung der Transparenz (Nachverfolgbarkeit von Entscheidungen und Konsequenzen sowie von entstandenen Kosten) und damit einhergehende Minimierung von Risiken
- Effizienzgewinn durch Verwendung des „as-built“- Modells für den Betrieb und nachgelagerte Arbeiten

Projektspezifische BIM-Anwendungsfälle sind Maßnahmen zur Erreichung der oben genannten BIM-Ziele und zerlegen den gesamten BIM-Prozess in kleinteiligere Anwendungen. Zu den BIM-Anwendungsfällen, die Liebich et. al. (2019) im „BIM4INFRA2020 – TEIL 06 – Steckbriefe der wichtigsten BIM-Anwendungsfälle“ definieren, sind:

- Bei der Bestandserfassung:
  - Bestandserfassung
- In der Planungsphase:
  - Planungsvariantenuntersuchung
  - Visualisierung
  - Bemessung und Nachweisführung
  - Koordination der Fachgewerke
  - Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen
  - Arbeits- und Gesundheitsschutz, Planung und Prüfung
  - Kostenschätzung und Kostenberechnung
- In der Genehmigungsphase:
  - Planungsfreigabe

- In der Vergabephase:
  - Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe
- In der Ausführungsplanung und Ausführung:
  - Terminplanung der Ausführung
  - Logistikplanung
  - Erstellung von Ausführungsplänen
  - Baufortschrittskontrolle
  - Änderungsmanagement
  - Abrechnung von Bauleistungen
  - Mängelmanagement
  - Bauwerksdokumentation
- In der Betriebsphase:
  - Nutzung für Betrieb und Erhaltung

Die Anwendungsfälle werden nicht vorgeschrieben, sondern ergeben sich individuell aus den unterschiedlichen Zielen im Projekt. Sie zeigen den Nutzen auf, den BIM in einem Projekt birgt (Abbaspour, 2021). In Bezug auf die Definierung von BIM-Anwendungsfällen sei die Initiative Use Case Management Service (UCMS) von buildingSMART International (bSI) zu erwähnen. Der UCMS ermöglicht Teilnehmerinnen des Programmes die Definition von spezifischen BIM-Anwendungsfällen und den damit verbundenen Anforderungen an den Informationsaustausch. Die erarbeitete Datenbank ist frei zugänglich (siehe auch <https://ucm.buildingsmart.org/>).

### 3.4.6 BIM-Objekte

Neben der reinen 3D-Abbildung enthalten BIM-Objekte alphanumerische Informationen über das reale Bauteil (siehe Abbildung 12).



Abbildung 11 Zusammensetzung eines BIM-Objektes aus geometrischer und alphanumerischer Information (Eigene Darstellung)

Die BIM-Objekte werden in Abhängigkeit von der jeweiligen Phase im Projekt bzw. entsprechend der Anforderungen an Geometrie und Information in unterschiedlicher Darstellungs- bzw. Informationstiefe konstruiert.

### 3.4.7 Detaillierungsgrade

In konventionellen Planungsabläufen wird die Informationstiefe meist durch Zeichnungskonventionen in Bezug auf den Maßstab abgebildet. Durch die Wahl des Zeichnungsmaßstabs wird festgelegt, welche Details grafisch dargestellt werden und somit der Detaillierungsgrad der Entwurfsangaben bedingt (Hausknecht & Liebich, 2017). Mit BIM wird maßstabslos in 1:1 modelliert. Die Informationstiefe lässt sich nicht an einen bestimmten Maßstab knüpfen. In der vorliegenden Arbeit werden folgende fünf Begrifflichkeiten in Bezug auf den Detaillierungsgrad bzw. den Entwicklungsstand eines Modellelementes unterschieden: (1) Level of Detail LOD, (2) Level of Geometry LOG, (3) Level of Information LOI, (4) Level of Development LoD und (5) Level of Information Need LOIN.

(1) Das LOD bezieht sich grundsätzlich auf die grafischen Detaillierungsgrad eines Objektes und wird mittlerweile oft mit dem LOG gleichgesetzt.

(2) Mit dem LOG wird der geometrische Detaillierungsgrad eines Modellelementes beschrieben. Der Detaillierungsgrad reicht von einer schematischen oder symbolhaften Darstellung (LOG 100) bis zu einer akkuraten und überprüften Abbildung der eingebauten Bauelemente in Bezug auf Größe, Menge, Aussehen, Lage und Orientierung (LOG 500). Die Abstufungen des LOG werden in Tabelle 4 anhand einer Rohrleitung verdeutlicht.

Tabelle 4 Haustechnik-Beispiel LOG an Darstellung einer Rohrleitung (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bredehorn et. al., 2016)

LOG	100	200	300	400	500
Rohrleitungen	Skizzenhafte Darstellung von Rohrleitungen	Festlegung und Vor-dimensionierung der Steigzonen und Trassen	Spezifikation der Bauelemente hinsichtlich Qualitäten und Materialien	Festlegung aller Fabrikationsdetails: Befestigungssysteme und Dämmung	Nachführung der Modelle gemäß gebautem Zustand

(3) Mit dem LOI wird die aufgaben- und zweckbezogene Informationstiefe der Modellelemente beschrieben. Die semantische Attribuierung kann sich sowohl auf funktionale, herstellerbezogene als auch auf betriebsspezifische Informationen beziehen (Essig, 2021). LOI 100 gibt Auskunft über die Objektart (zum Beispiel Raumtyp), wobei LOI 300 beispielsweise Auskünfte über Anforderungen an das Material oder Produkt gibt. LOI 500 sammelt Objektinformationen auf einem „as built“ Niveau (Bredehorn et. al., 2016).

Die präzise Festlegung des benötigten Informationsgehaltes der Modellelemente wird unter anderem im Kontext des Lebenszyklus-Managements eines Projekts immer wichtiger. Er ist unabhängig von der geometrischen Darstellung (Baldwin et al., 2018). Eine Zuordnung des LOI zu den Projekt-Leistungsphasen gemäß der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) ist schwierig, da die Anzahl und Auswahl der benötigten nicht-grafischen und alphanumerischen Informationen eher in Abhängigkeit der jeweiligen BIM-Ziele und damit verbundenen BIM-Anwendungsfällen definiert werden sollten (Hausknecht & Liebich, 2017).

(4) LoD bezeichnet den Entwicklungsstand der Modellelemente, also den Reifegrad der Elemente bzw. des Modells zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem definierten Meilenstein. Bei Erreichen von Meilensteinen gilt Level of Detail = Level of Development. Die LoDs definieren einen vertraglich geregelten erwarteten bzw. geschuldeten Detaillierungsgrad zu bestimmten Zeitpunkten (Kauer et al., 2022).

Das American Institute of Architects unterteilt in seiner Norm AIAE202-2008 BIM Protocol Exhibit das LoD in 5 Stadien. Die fünf Stadien orientieren sich grob an den Leistungsphasen eines Projekts: (1) konzeptionelle Planung, (2) Vor- und Bauprojektierung, (3) Konstruktionsdokumentation, (4) Fertigungszeichnungen und (5) der Endzustandsdokumentation as-built (Baldwin et al., 2018). Aufbauend auf der LoD-Definition der American Institute of Architects bringt das US-amerikanische BIM Forum seit 2013 jährlich einen erweiterten Leitfaden zur LoD-Definition heraus. Hierbei sei anzumerken, dass das as-built Stadium (LoD 500) mittlerweile mit der Begründung ausgelassen wird, dass es sich hierbei um einen Teil der Ist-Zustandsdokumentation handelt und nicht um eine Verfeinerung der geometrischen oder dazugehörigen nichtgrafischen Informationen (Baldwin et al., 2018). LoD 350 ist hier als Zwischenstufe angelegt und beschreibt die verfeinerte Ausführungsplanung.

Das LoD wird laut BIMForum (2021) in einen geometrischen Detaillierungsgrad (LOG) und einen nicht-grafischen attributiven Informationsgrad (LOI) gegliedert (siehe Abbildung 13) Somit gilt:  $LoD = LOG + LOI$ .

Die EN 17412–1 (2020) ersetzt das LoD durch den Begriff (5) Level of Information Need (LOIN). Das LOIN setzt sich nach Essig (2021) ebenso aus dem LOI und dem LOG in Verbindung mit weiteren Dokumentenarten zusammen. Das heißt das LOIN setzt sich zusammen aus Anforderungen an den Detaillierungsgrad der beschreibenden Informationen, Geometrien und weiteren notwendigen Dokumenten. Zusätzlich wird mit dem LOIN der genaue Zweck, bestimmte Zeitpunkte, an denen die Informationen geliefert werden sollen, sowie die beteiligten Akteure, die Daten liefern müssen definiert. Zusammengefasst ist das Ziel des LOIN die passende Bestellung von Informationen über den Lebenszyklus des Objektes (Beirer, 2022). Abbildung 13 verdeutlicht die Zusammensetzung des LOIN aus Geometrischer Information (LOG), alphanumerischer Information (LOI) und benötigten Dokumenten/Dokumentation.

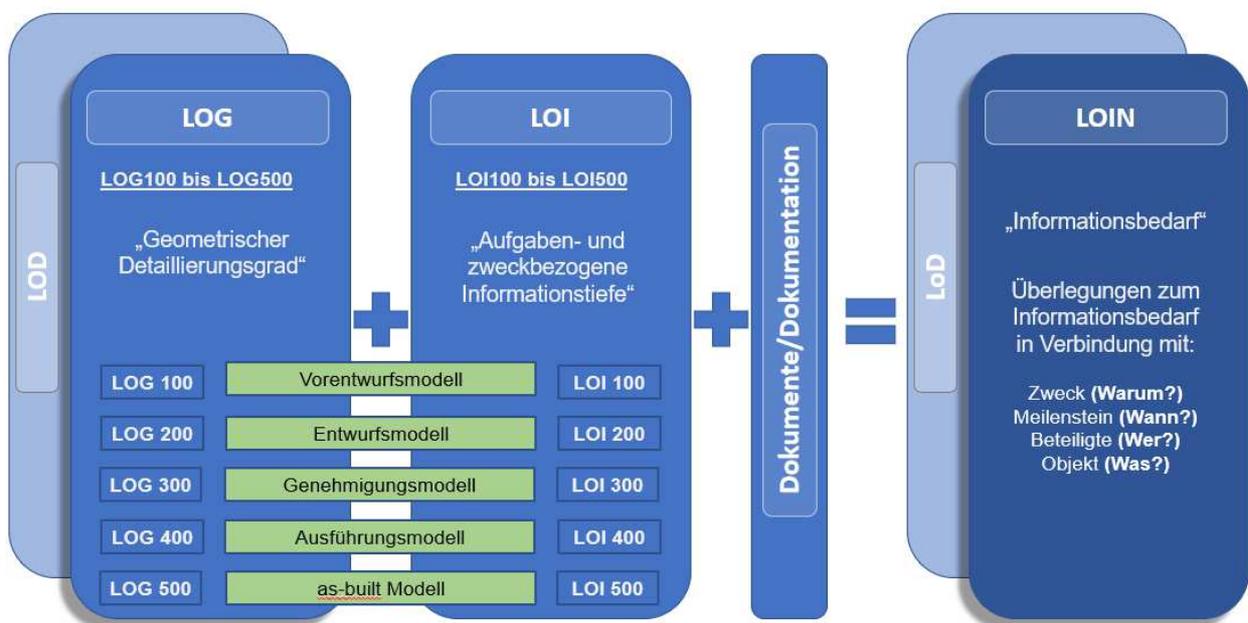


Abbildung 12 Entwicklung des Level of Information Need (LOIN) (Quelle: Eigene Darstellung)

### 3.4.8 BIM-Modelle

Wichtiger Bestandteil der BIM-Methode ist die digitale Gebäudemodellierung. Die Idee eines einzigen, gemeinsamen Bauwerksmodells, auf das alle Projektbeteiligten zugreifen und das sämtliche fachspezifischen Planungen beinhaltet, hat sich nicht bewährt. Es wird daher in der Praxis derart nicht umgesetzt (Hausknecht & Liebich, 2017).

Nichtsdestotrotz müssen den Projektbeteiligten jederzeit sämtliche Projektinformationen zur Verfügung stehen. Sie müssen stets aktuell sein und aus einer zentralen Quelle heraus geliefert werden. In der Praxis ist diese zentrale Quelle kein einzelnes Modell. Vielmehr wird der Austausch durch ein Netzwerk entsprechender Modelle und Datenbanken gewährleistet (Baldwin et al., 2018). Die ISO 19650-1 (2018) spricht in Bezug auf diese zentrale Quelle auch von „Single Source of Truth“. Technisch handelt es sich dabei um eine Datenplattform, auch Common Data Environment (CDE) genannt, auf die alle Projektbeteiligten entsprechenden Zugriff erhalten .

Fachmodelle der beteiligten Fachdisziplinen werden temporär zu den im BAP festgelegten Meilensteinen in einem Koordinationsmodell zusammengefasst. Dieser Vorgang dient der Projektkoordination, Kollisionsprüfung, den gemeinsamen Auswertungen und Regelprüfungen und ist im BIM-Prozess von zentraler Bedeutung. Die Koordinationsmodelle werden durch BIM-KoordinatorInnen versioniert und für alle Planungsbeteiligten freigegeben (Tulke et. al., 2019a). Um ein funktionierendes Koordinationsmodell zu gewährleisten, ist eine Erarbeitung von Modellierungsvorschriften am Anfang eines Projekts mit allen Projektbeteiligten essenziell. Hierzu gehören unter anderem folgende zentrale Modellierungsregeln nach Hausknecht und Liebich (2017):

- 1) einheitlicher Koordinatenursprung und einheitliche Maßeinheiten
- 2) Strukturierung der Bauwerksmodelle in zum Beispiel Stockwerke, Bauteile und Bauabschnitte
- 3) Erstellung der Modellelemente mit den Objekttools der entsprechenden BIM-Modellierungssoftware
- 4) Festlegung und Erstellung von Konstruktionstypen/Objekttypen
- 5) Einheitliche Namenskonventionen
- 6) Definition von Detaillierungsgraden

Gemäß DIN EN ISO 19650-1 (2018) werden in Bezug auf den Projektlebenszyklus ein Projektinformationsmodell (PIM) und ein Asset-Informationsmodell (AIM) erstellt.

Das PIM ist das Modell der Bereitstellungsphase und wird für die modellbasierten Aktivitäten während der Planungs- und Bauphasen verwendet (Baldwin et al., 2018).

Das AIM ist das Informationsmodell für die Betriebsphase (Bachor et. al., 2021). Aufbauend auf dem Projektinformationsmodell wird nach der Realisierung des Projektes das AIM übergeben. Für das AIM, und dementsprechend für die Betriebsphase, sind viele Modellinhalte aus Planung und Bauausführung nicht relevant. Das AIM muss aber sämtliche Informationen enthalten, die für die digital gestützte Beschreibung und die betriebliche Nutzung des Objekts notwendig sind. Diese Inhalte können sowohl im grafischen Modell selbst als auch durch verknüpfte Dokumente und nicht-grafische Daten festgehalten werden. Während der Betriebsphase wird das AIM infolge baulicher Veränderungen und sich ansammelnder Daten stetig ergänzt (Baldwin et al., 2018).

Dem 3D Gebäudemodell können entsprechend weitere Informationen hinzugefügt werden. Wird das Gebäudemodell um zeitliche Planungsdaten, wie zum Beispiel Bauzeitenpläne, ergänzt, spricht man von einem 4D-Modell. Die fünfte Dimension ergänzt die Informationen um eine

Kostenkomponente, das heißt Objekten bzw. dem Modell werden mit einer entsprechenden Budgetplanung oder Einheitspreisen für bestimmte Einbauteile hinzugefügt. Die sechste Dimension wirkt momentan noch etwas abstrakt, beinhaltet jedoch beispielsweise Komponenten in Bezug auf Materialien und Energieeffizienz. Die siebte Dimension beinhaltet zudem Informationen über das spätere operative Management und die Instandhaltung von Bauwerken. Die unterschiedlichen BIM-Dimensionen sind in Abbildung 14 dargestellt.

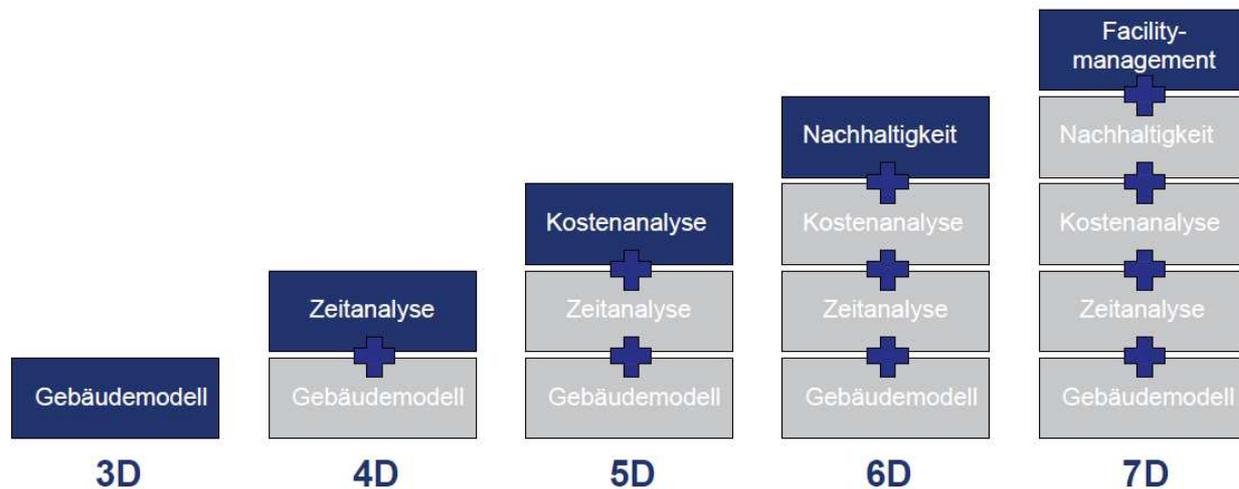


Abbildung 13 BIM-Dimensionen (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Petraus, 2021)

### 3.4.9 Schnittstellen

Mit der Einführung von BIM gewinnt der Datenaustausch zwischen Projektbeteiligten, aber auch der Austausch von Informationen über Projekts- und Leistungsphasen immer größere Bedeutung (Tulke et. al., 2019b). Zwar spielt Informationsaustausch auch in konventionellen Projekten eine wichtige Rolle, fordert doch die Einführung von BIM die frühzeitige klare Organisation des Themas gerade zu ein. Es bedarf klarer Regeln zur Lieferung und dem Austausch von Daten (Frank, 2022).

Wird innerhalb eines Projekts eine gemeinsame Modellierungssoftware verwendet, also closed-BIM, gestaltet sich der native Datenaustausch durch interne Softwarekompatibilität einfacher als bei open BIM. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass das Bauwesen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen und Projektbeteiligten mit unterschiedlichen, auf die entsprechenden Bedürfnisse angepassten, Softwarelösungen, besteht und hierbei eine interne Kompatibilität der Softwareprodukte nicht immer gewährleistet werden kann (Silberbauer, 2020). Silberbauer (2020) empfiehlt sowohl für AuftraggeberInnen als auch AuftragnehmerInnen daher den freien open BIM -Datenaustausch (siehe 3.4.2). Hierbei sind neutrale, offene Datenaustauschformate notwendig. Aktuell stehen drei offene Formate (1) Industry Foundation Classes (IFC), (2) BIM Collaboration Format (BCF) und (3) Construction Operation Building Information Exchange (COBie) im Vordergrund:

(1) Als offener, internationaler Standard (ISO 16739-1:2018) ist IFC herstellerneutral und ermöglicht einen Austausch von Informationen zwischen verschiedenen proprietären Software-Anwendungen. IFC umfasst Informationen aller am Bauprojekt mitwirkender Disziplinen über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks (buildingSMART, 2023).

IFC ermöglicht die grafische und nichtgrafische Darstellung und Strukturierung von Daten bzw. Modellinhalten. Hierbei ist IFC ein ausschließlich modellbasiertes Schema und beinhaltet die Semantik und Merkmale von Modellobjekten, sowie die Beziehung zwischen Modellobjekten (zum Beispiel Schieber und Rohr) (Baldwin et al., 2018).

Es beinhaltet auf logische Weise verknüpfte Informationen zu u.a. Namen, Identität, Attributen, Verknüpfungen, Objekten, Prozessen oder abstrakten Konzepten und Personen. Eine IFC-Datei beinhaltet also zum Beispiel Informationen über eine eindeutige Bezeichnung eines Modells, Farben, Material, und andere Eigenschaften, Lage, Verbindungen, Performance oder Kosten (buildingSMART, 2023).

In Projekten wird IFC typischerweise eingesetzt, um Daten zwischen Projektbeteiligten zu teilen oder diese in bestimmten Phasen zu archivieren. Gängige Softwareherstellende von BIM Anwendungen, beispielsweise Modellierungs-, Simulations- und Analysewerkzeuge, Viewer oder andere, stellen in der Regel die Möglichkeit zur Verfügung, Daten in IFC zu exportieren. Es gibt dabei verschiedene Formate, in denen das IFC-Schema ausgedrückt werden kann, darunter XML, JSON oder STEP (buildingSMART International, 2023).

(2) BCF ist ein der Kollaboration dienendes Austauschformat. buildingSMART (2023) definiert es als *„[...] Datenschnittstelle zum vereinfachten Austausch von Informationen während des Arbeitsprozesses zwischen verschiedenen Softwareprodukten, basierend auf dem IFC-Austauschformat. Es ermöglicht eine modellbasierte Kommunikation zwischen verschiedenen Anwender[Innen] und informiert über Status, Ort, Blickrichtung, Bauteil, Bemerkung, Anwender[In] und Zeitpunkt im IFC-Datenmodell.“*

BCF ist ein Äquivalent zu Revisionswolken oder ähnlichen Markierungen in einer Zeichnung und wird insbesondere zum Austausch von Informationen im Problem- und Mängelmanagement verwendet. Mit BCF wird kein Bauwerksmodell übertragen sondern lediglich Informationen dazu (Borrmann et. al., 2015)

(3) COBie ist ein Standard für den Informationsaustausch von der Bauausführung zur betrieblichen Nutzung eines Bauwerks. COBie kann hierbei sowohl mit der IFC-Modellansichtsdefinition als auch in Excel-Tabellen dargestellt werden. Mit dem Standard kann seitens BauherrIn und BetreiberInnen festgelegt werden welche Informationen für den Betrieb eines Objekts bei Projektabschluss übermittelt werden sollen (Baldwin et al., 2018). COBie ist hierbei rein informationsbasiert und enthält keine geometrische Darstellung.

Der Standard wird seit seiner Veröffentlichung durch die United States Army Corps of Engineers von verschiedenen Institutionen für individuelle Zwecke weiterentwickelt. Die britische BIM-Strategie von 2011 sieht COBie zum Beispiel als grundlegendes Austauschformat für BIM Stufe-1 und Stufe-2 vor (Baldwin et al., 2018).

### **3.4.10 Common Data Environment (CDE)**

Das CDE (dt.: gemeinsame Datenumgebung) ist gemäß ISO 19650-1 (2018) eine zentrale Quelle für Speicherung und Austausch von Modellen, Plänen, Berichten und anderen Projektinformationen unter den einzelnen Projektbeteiligten. Hierbei sind die ausgetauschten Modelle nicht die Originale, also proprietäre, native Modelle, sondern Versionskopien von diesen in IFC (Baldwin et al., 2018). Die gemeinsame Datenumgebung ermöglicht einen einheitlichen und nachvollziehbaren Datenaustauschprozess. Projektrelevante Informationen werden zentral abgelegt und die Datenübergabe durchgängig dokumentiert (WI-6).

### 3.4.11 Digitaler Zwilling

In der Fachliteratur zu digitalen Zwillingen in der Siedlungswasserwirtschaft wird keine klare Abgrenzung zwischen Digitalen Zwillingen und konventioneller Prozessmodellierung getroffen. Damit ist zum Beispiel die hydrodynamische Modellierung von Abwassernetzen gemeint. Das führt dazu, dass der Begriff „Digitaler Zwilling“ des Öfteren in wissenschaftlichen Arbeiten bei der Anwendung herkömmlicher Simulationsanwendungen verwendet wird (Torfs et al., 2022).

Ein digitaler Zwilling ist eine digitale Repräsentation eines physischen Assets. Digitale Zwillinge entstehen entweder parallel zu ihrem physischen Gegenstück, also in Planung und Bauphase, oder aber nachträglich als digitalisierte Version bestehender Infrastruktur. In Planung und Ausführung können sie dabei helfen, schneller und effizienter zu werden, in der Betriebsphase gibt es langfristige Potenziale, beispielsweise durch Performance-Überwachung und Optimierung (; Torfs et al., 2022).

Der digitale Zwilling verfügt über eine kontinuierliche Verbindung zu seinem physischen Zwilling. Während diese Verbindung zwischen den Zwillingen immer wieder als Echtzeit-Verknüpfung oder Live-Datenverbindung bezeichnet wird (Torfs et. al 2022), sieht zum Beispiel buildingSMART International keine Notwendigkeit darin. Vielmehr geht es um Datenaustausch zwischen physischem und digitalem Zwilling zur richtigen Zeit (buildingSMART International spricht von einer „*right in time-connection*“), das heißt, wann immer dieser Datenaustausch erforderlich ist.

Abbildung 15 zeigt schematisch dargestellt, wie die Verbindung zwischen digitalem und physischem Zwilling aussehen kann. Daten aus dem physischen Asset werden kontinuierlich (das heißt, je zur richtigen Zeit, zum Beispiel in regelmäßigen Intervallen) in den digitalen Zwilling gespeist (zum Beispiel Sensordaten, siehe Torfs et al, 2022), während aus der Arbeit mit dem digitalen Zwilling Interventionen am physischen Zwilling geplant und durchgeführt werden können (beispielsweise Optimierungen von bestimmten Parametern, SCADA oder die Planung neuer Projekte in der bestehenden Infrastruktur).

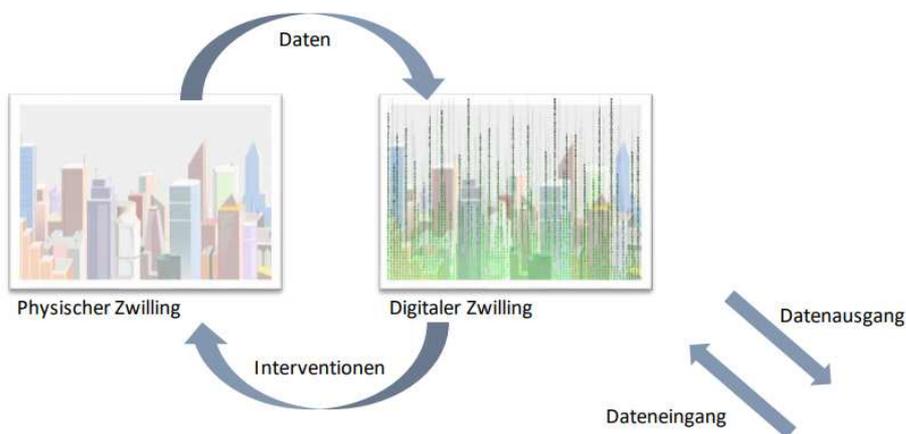


Abbildung 14 Darstellung der Verbindung zwischen digitalem und physischem Zwilling (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an buildingSMART International, 2021)

### 3.4.12 Arbeitsgruppen BIM Siedlungswasserwirtschaft (SWW)

Die Themen rund um Digitalisierung, allen voran BIM und digitale Zwillinge, sind international bereits lange Zeit relevant für die unterschiedlichen Bereiche der Baubranche. Bei der Beratung, Schulung und Umsetzung von Softwareanwendungen, Projekten und Veranstaltungen helfen

beispielsweise Foren, Arbeitsgruppen, NGOs oder Regelwerke. Branchen- und länderübergreifend sei zum Beispiel buildingSMART als wesentlich herausgegriffen, nicht zuletzt durch ihre Rolle im Rahmen offener Datenaustauschformate (siehe Kapitel 3.4.9 Schnittstellen).

BuildingSMART International beschreibt sich selbst als den weltweiten Branchenverband, der die digitale Transformation der Bauindustrie vorantreibt. Das Engagement liegt u. a. in der Schaffung und Einführung internationaler, offener Standards und Lösungen für Projekte. Als offene, neutrale und internationale Non-Profit Organisation ist es das Ziel, eine Community in der Bauindustrie zu schaffen, die Themen rund um Digitalisierung gemeinsam voranbringt und Planung, Bau und Betrieb von Gebäuden verändert (buildingSMART International, 2023).

Auch in der Siedlungswasserwirtschaft ist Digitalisierung ein großes Thema und BIM wird mehr und mehr als relevant eingestuft. Das zeigen nicht zuletzt auch Arbeitsgruppen, Foren und Regelwerke, die vor allem in den letzten Jahren zu diesem Thema entstanden sind. Einige europäische Arbeitsgruppen und ihre Arbeit werden im Folgenden vorgestellt: (1) BIM4Water und SWAN aus UK, (2) BIM2Water und der DWA-Fachausschuss aus Deutschland sowie die (3) VSA Arbeitsgruppe BIM aus CH. Die Auswahl der hier präsentierten Arbeitsgruppen für diese Arbeit beruht auf der eingeschätzten Relevanz dieser Gruppen für das behandelte Thema. Vor allem der DWA-Fachausschuss WI-6 und die VSA BIM Arbeitsgruppe und ihre Arbeit sind relevant, da die Leiter dieser Gruppen Teil der befragten ExpertInnen sind.

### **(1) BIM4Water (UK)**

Vorsitzender: Jamie Mills (XYLEM Global BIM Manager) (Stand: 2022)

Gründung: 2013

BIM4Water ist ein gemeinnütziges Forum, an dem sich branchenübergreifend Organisationen engagieren, die an der Verwaltung und Bereitstellung von Wasser- und Abwasseranlagen beteiligt sind. Hierbei sind KundInnen, BauunternehmerInnen, BeraterInnen, LieferantInnen, SubunternehmerInnen und andere Einrichtungen involviert (British Water, s.a.).

Im Jahr 2017 veröffentlichte BIM4Water in Zusammenarbeit mit British Water im Rahmen der BIM4Water Operator Group einen Leitfaden für die Anwendung von BIM in der Siedlungswasserwirtschaft. Der Leitfaden beinhaltet folgende Abschnitte:

- die Vorteile von BIM im Allgemeinen
- eine Definition von „Goldenen Regeln“ um das volle Potential von BIM über den Lebenszyklus nutzen zu können
- Aspekte die bei der Implementierung berücksichtigt werden sollten
- die Interpretation der PAS 1192 (britisches BIM-Regelwerk für die Verwaltung der Bauwerksinformationen mittels BIM) in Bezug auf den Wassersektor
- zukünftige Chancen und Vorteile für Projekt und Betrieb
- zukünftige Möglichkeiten der Zusammenarbeit und des Austausches in Bezug auf Best-Practices (Cowell et al., 2017).

Das Forum hat mittlerweile 9 unterschiedliche Arbeitsgruppen:

- Owner Operator Group (Kundennetzwerk)
- >4D Task Group (Bereitstellung von Fachwissen und Anleitungen in Bezug auf digitale Planung)

- Data Quality and Governance (Erstellung von Leitfäden für den Informationsaustausch/Modellierung)
- Skills Group (Vorbereitung auf die Digitalisierung der Wasserwirtschaft)
- Water Data Task Force (Erstellung eines Rahmenwerks für offenen Datenaustausch)
- Standard Libraries Group (Erstellung von Produktdaten-Templates)
- Water Industry Classification Hierarchy Standards (Anpassung von Klassifizierungsstandard Uniclass 2015 in Bezug auf die SWW)
- Case Studies Group (Veröffentlichung frei zugängliche Fallstudien zu umgesetzten Projekten)
- Communication and Engagement Group (Marketing und Kommunikation v. BIM4Water)

### **(2) Smart Water Network Forum (SWAN) (UK)**

Vorsitzender: Andy Smith, Smart Water Strategy Leader (Anglian Water) (Stand: 2023)

Gründung: 2010

Das SWAN-Forum ist eine britische non-profit Organisation und beschäftigt sich mit Digitalisierung in der Siedlungswasserwirtschaft. Das Forum veröffentlicht in regelmäßigen Abständen Fallstudien und wissenschaftliche Publikationen.

SWAN entwickelte 2010 das „SWAN 5 Layer Model“. Das Konzept soll einzelne Bereiche, in denen in der Wasserwirtschaft Innovation geschehen kann abgrenzen. SWAN unterscheidet hierbei folgende fünf Technologiebereiche:

- (1) Physical Assets (tatsächliche Bauwerke)
- (2) Sensing and Control (Sensorik und Steuerung)
- (3) Collection and Communication (Speicherung und Austausch der Informationen)
- (4) Data Management and Display (Datenmanagement und Visualisierung)
- (5) Data Fusion and Analysis (Datenanalyse und Modellierung).

### **(3) BIM2Water (DE)**

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Markus Schröder (Tuttahs&Meyer) (Stand: 2023)

Gründung: 2019

BIM2Water ist eine Initiative aus zehn mittelständischen Planungsbüros und der Universität RWTH Aachen, die sich mit dem Thema BIM in der Siedlungswasserwirtschaft auseinandersetzen. Die Initiative organisiert unter anderem Veranstaltungsreihen, bei denen praxisrelevante Vorträge zum Thema BIM von AkteurlInnen aus der Wasserwirtschaft präsentiert werden. Zudem ist das Ziel der Initiative die Entwicklung von (1) einer einheitlichen Struktur und Textbausteinen für die AIA, (2) die Erstellung eines wasserwirtschaftsspezifischen BAP, (3) Modellierung von intelligenten Bauteilen und Bauteilgruppen und (4) der Entwicklung eines BIM-Referenzprozesses. Die Vorhaben befinden sich teilweise noch in Entwicklung (BIM2Water, 2022) .

### **(4) DWA-Fachausschuss WI-6 „Building Information Modeling (BIM) in der Wasserwirtschaft“**

Obmann: Prof. Dr.-Ing. Markus Schröder (Stand: 2023)

Gründung: -

Im Rahmen des DWA-Fachausschuss WI-6 „Building Information Modeling (BIM) in der Wasserwirtschaft“ ist die Herausgabe der Merkblattreihe DWA - M860 geplant. Abbildung 16 zeigt die geplanten Inhalte der sechs Teile der Merkblattreihe.

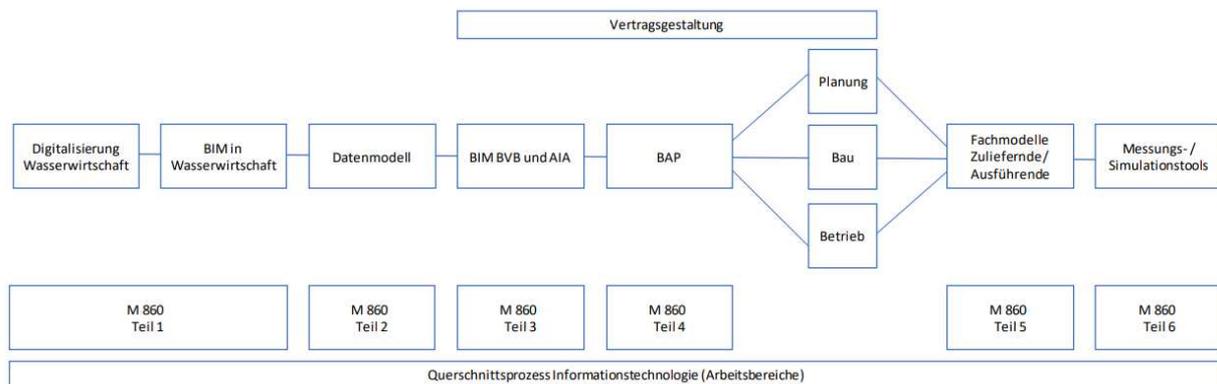


Abbildung 15 Geplante Merkblattreihe DWA-M 860 (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an DWA-M-860-1)

Das Merkblatt DWA-M 860-1 wurde im Mai 2021 veröffentlicht. Zu diesem Zeitpunkt wurden zudem bereits die Ergebnisse der Arbeitsgruppen für die Erstellung der Merkblätter DWA M 860-2 und DWA M 860-3 aufgenommen.

### (5) Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) Arbeitsgruppe BIM (CH)

Projektleitung „BIM Leitfaden“: Marco Nessier (Hunziker Betatech AG) (Stand: 2022)

Projektleitung „Standardisierung ARA Objekttypicals für den Datenaustausch“: Alain Bourgeois (Afy) und Mario Ospelt (Hunziker Betatech AG) (Stand: 2022)

Gründung: 2019

Der VSA hat nach dem Anlass zur „Digitalen ARA Planung“ vom November 2018 zwei Arbeitsgruppen in Bezug auf BIM in der Siedlungswasserwirtschaft initiiert. Die erste Arbeitsgruppe „Standardisierung ARA Objekttypicals für den Datenaustausch“ befasst sich mit der Erarbeitung einer Datenstruktur für ARA-Anlagendaten. Hierbei werden Standards mit sämtlichen notwendigen Objekttypen und Objektdaten definiert (VSA Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, 2022b).

Die zweite Arbeitsgruppe „BIM Leitfaden“ erstellt momentan (1) einen BIM-Leitfaden für die digitale Kläranlagenplanung (hierin werden die Anforderungen für BauherrInnen, BetreiberInnen und PlanerInnen definiert) und zudem (2) die „VSA Auftraggeber Informationsanforderungen“. Die beiden Dokumente wurden Stand August 2022 noch nicht veröffentlicht (VSA Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, 2022a).

#### 3.4.13 BIM Verständnis in der vorliegenden Arbeit

Für eine Einschätzung, ob eine gängige Praxis Aspekte der BIM-Methode beinhaltet oder nicht, ist es zunächst notwendig zu definieren, was in der vorliegenden Arbeit unter der BIM-Methode verstanden wird. So kann die klare Anwendung von BIM im Sinne dieser Arbeit von anderen Arbeitsansätzen abgegrenzt werden, die beispielsweise geometrische Modelle enthalten oder

den Begriff Digitaler Zwilling für sich beanspruchen. Ergänzend zu den Grundlagen aus diesem Überkapitel 3.4 sind folgende vier Kernelemente der BIM-Methode wesentlich: (1) Objektbasiertes Datenmanagement, (2) ein Digitales Abbild physischer Anlagen und Prozesse (Digitaler Zwilling), (3) die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus und (4) eine plattformbasierte Kommunikation und Kollaboration.

## 4. Material und Methoden

Um die drei definierten Forschungsfragen zu beantworten (siehe Kapitel 2. Zielsetzung und Forschungsfragen), bedient sich die vorliegende Arbeit einer Kombination verschiedener Methoden: Qualitative Inhaltsanalyse, semistrukturierte ExpertInneninterviews und Literaturrecherche. Diese wurden aufeinander aufbauend in drei Phasen angewendet (siehe Abbildung 17). In Phase 1 wurden fünf bestehende Interviews mit österreichischen Experten der Siedlungswasserwirtschaft zum Thema BIM (Kammerlander und Ladinig, 2018) mittels qualitativer Inhaltsanalyse untersucht. Ziel war es, Kernthemen in Bezug auf die BIM-Methode in der Abwasserwirtschaft zu identifizieren und als Grundlage für neuerliche ExpertInneninterviews zu verwenden.

Um an die bestehende Forschungsarbeit anzuknüpfen und die in Phase 1 identifizierten Kernthemen der Experten zu reflektieren, wurde in Phase 2 eine weitere Interviewreihe mit weiteren Experten, die bereits Erfahrung mit der BIM-Methode in der Abwasserwirtschaft gesammelt hatten, durchgeführt. Basis für die Erstellung des Interviewleitfadens waren hierbei die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse aus Phase 1.

Somit standen für die Beantwortung der definierten Forschungsfragen neben der Literaturrecherche zwei Interviewreihen zur Verfügung:

- Interviewreihe 1 von Kammerlander und Ladinig (2018)
- Interviewreihe (2022) – durchgeführt für und Bestandteil der vorliegenden Arbeit

Nach Durchführung und qualitativer Inhaltsanalyse der Interviewreihe 2 wurden in Phase 3 anhand aller vorliegender Ergebnisse aus den Interviewreihen in Verbindung mit der weiterführenden Literaturrecherche die definierten Forschungsfragen beantwortet.

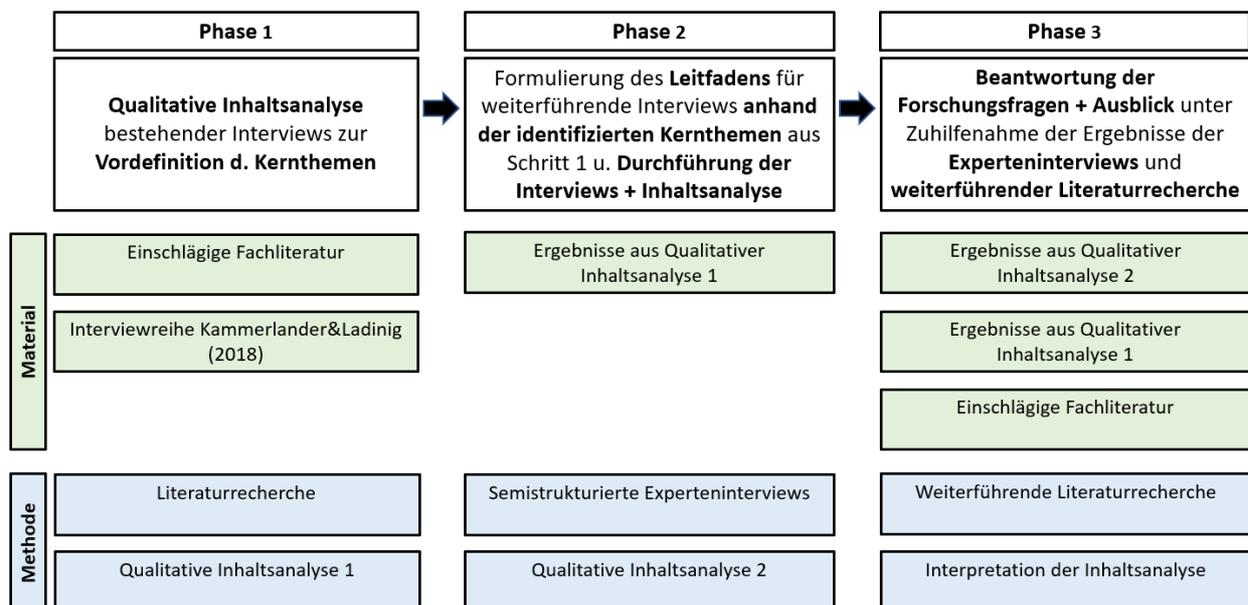


Abbildung 16 Ablaufdiagramm Forschungsmethode – Methode und Material dargestellt im zeitlichen Ablauf

## 4.1 Literaturrecherche - Phase 1

Um einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand zu erhalten, war zunächst eine systematische Literaturrecherche in einschlägigen Datenbanken notwendig. Hierzu wurde folgende Liste relevanter Suchbegriffen genutzt:

„BIM Siedlungswasserwirtschaft, Building Information Modelling Siedlungswasserwirtschaft, BIM Kläranlage, BIM Kanal, BIM Sewer, BIM Sewer asset management, BIM treatment plant, Digital Twin Sewer, Digital twin treatment plant, Digital twin wastewater treatment plant, BIM Wastewater“

Tabelle 5 Auswahl wissenschaftlicher Publikationen zum Thema BIM in der Abwasserwirtschaft

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Inhalt</b>
<b>Söbke et al.</b>	2022	Entwicklung eines Semantischen Modells (IFC-Schemaerweiterung) zur Beschreibung von Kläranlagenplanung
<b>Torfs et. al.</b>	2022	Stand der Technik, Herausforderungen und Entwicklungsbedarf von DT von Abwasserbehandlungsanlagen
<b>Pedersen et. al.</b>	2021	Analyse momentaner Implementierung von DTs in Abwassersystemen
<b>Jiu-Lin Li et al.</b>	2021	BIM-Anwendung für die Kläranlagenerrichtung und Betrieb
<b>Sharafat et al.</b>	2021	Entwicklung eines Informationssystems für unterirdische Versorgungsleitungen mithilfe eines BIM-GIS Ansatzes auf Grundlage einer IFC-CityGML Kartierung
<b>Manny et al.</b>	2021	Untersuchung von organisatorischen und institutionellen Barrieren bei der Einführung neuer digitaler Technologien in der Abwasserwirtschaft
<b>Marzouk &amp; Othman</b>	2019	Entwicklung eines BIM-Modells für Facility Management einer Kläranlage
<b>Chapman et al.</b>	2019	Entwicklung eines Modells unterirdischer Infrastruktur mittels SketchupPRO für die Durchführung einer grabenlosen Kanalherstellung
<b>Edmondson et al.</b>	2018	Entwicklung eines Smart Sewer Asset Information Model (SSAIM) mithilfe von IFC4 für die Echtzeitüberwachung eines Kanalnetzes
<b>Di Biccari &amp; Heigener</b>	2018	Entwicklung eines Semantischen Modells für Kläranlagen als Basis für die Erweiterung des ICF-Formates für die Wasserwirtschaft
<b>Hijazi et al.</b>	2017	Verknüpfung unterschiedlicher Netzsysteme über die CityGML UtilityNetworkADE

Die Suche wurde in folgenden Datenbanken durchgeführt:

- Google Scholar
- Scopus
- Web of Science

Während der Suche zeigte sich, dass es bisher wenig Primär- und Sekundärliteratur zum Thema BIM in der Siedlungswasserwirtschaft gibt. Zum Vergleich: Noch am 12.01.2023 erscheinen in der Datenbank *Google Scholar* bei Eingabe der Suchbegriffe „BIM Siedlungswasserwirtschaft“ insgesamt 161 Ergebnisse. Bei Eingabe der Begriffe „BIM Hochbau“ erscheinen 1.270 Ergebnisse, unter „BIM Infrastruktur“ 4.940 Ergebnisse und unter „BIM Tiefbau“ 455 Ergebnisse. Ohne die Qualität dieser Suchergebnisse zu bewerten, zeigt dieses Beispiel, dass die zur Verfügung stehende Literatur in diesem Bereich noch begrenzt ist.

Es gibt jedoch bestimmte internationale Institutionen, Softwareanbieter oder Planungsbüros, die sich mit dem Thema beschäftigen und auch einige Fachartikel (graue Literatur) diesbezüglich veröffentlicht haben.

Tabelle 5 zeigt eine Auswahl wissenschaftlicher Publikationen, die für die vorliegende Arbeit relevant sind und fasst den Inhalt der Arbeiten zusammen.

## 4.2 Qualitative Inhaltsanalyse - Phase 1

Die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2019) konzentriert sich auf eine inhaltliche Klassifikation von Textmaterial. Sie erfasst keine impliziten Bedeutungen aus der Art und Weise von Formulierungen der Interviewpartner, sondern fokussiert sich rein auf den Inhalt der Interviews (Przyborski & Wohlrab-Sahr, 2010). Ziel der Inhaltsanalyse ist es, Interviewmaterial zu analysieren und in weiterer Folge Rückschlüsse zur Beantwortung der Forschungsfragen zu ziehen. Der Ablauf einer strukturierenden Inhaltsanalyse lässt sich nach Przyborski und Wohlrab-Sahr (2010) in unterschiedliche Phasen unterteilen. Dieser wird im Folgenden anhand der tatsächlich Inhaltsanalyse von Interviewreihe 1 noch einmal ersichtlich.

Die Inhaltsanalyse erfolgte manuell mithilfe von Excel. Zunächst war das Entwickeln einer konkreten Fragestellung notwendig. Unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes, relevanter Literatur und bestehender Theorien wurde das Interviewmaterial aus der Interviewreihe von Kammerlander und Ladinig (2018) untersucht. Es wurde ein Kategoriensystem ermittelt und definiert. Nach Scheibler (s.a.) bildet das Kategoriensystem das Kernstück der qualitativen Inhaltsanalyse. Hierbei ist insbesondere eine klare Definition der festgelegten Kategorien essenziell, um eine eindeutige und objektive Zuordnung der Textbausteine in die einzelnen Kategorien zu ermöglichen. Es wurden Entscheidungsregeln und „Ankerbeispiele“ für die einzelnen Kategorien definiert. Ankerbeispiele sind aus dem Material herausgegriffene Passagen, die den Bereich der jeweiligen Kategorie verdeutlichen sollen. Die entwickelten Entscheidungsregeln, auch Kodierungsregeln genannt, definieren, unter welcher Bedingung eine Textpassage einer bestimmten Kategorie zugeordnet werden muss. Durch das Formulieren solcher festen Regeln kann nach Reichertz (2016) eine bestmögliche Objektivität der Auswertung und der damit verbundenen Reliabilität, das heißt Verlässlichkeit der wissenschaftlichen Messungen, erreicht werden.

Die Entscheidungsregel für die Kategorie „Monetärer Mehrwert“ lautete zum Beispiel wie folgt: *„Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen Kosteneinsparungen/positive*

*Auswirkungen auf den Bauablauf in Bezug auf die Kosten im Arbeiten mit der BIM-Methode thematisiert werden.“*

Auf Basis dieses Vorgehens wurden durch die Untersuchung der Interviewreihe von Kammerlander und Ladinig (2018) zunächst elf Kategorien als Grundlage für den Interviewleitfaden identifiziert: Schnittstellen, Standards, Mehrwert BIM, Arbeitsplatz/ Ausbildung, Umsetzbarkeit/Hürden, Informationsaustausch/-sicherung durch Modell, Rahmenbedingungen Staat, Stand der Technik, Betrieb, Sicherheit. Das gesamte Kategoriensystem inklusive deren Definition und Beispiele befindet sich in Anhang 1.

Um die Interviewinhalte zu verdichten, wurde im nächsten Schritt eine Paraphrasierung der Inhalte vorgenommen. Das heißt, die Aussagen der Interviewten wurden umformuliert und zusammengefasst, sodass alle wesentlichen Inhalte des Ursprungstextes beibehalten wurden und keine Bedeutungsveränderung oder Bedeutungsverkürzung entstand (Przyborski & Wohlrab-Sahr, 2010). Die hierbei entwickelten komprimierten Textbausteine wurden mithilfe des zuvor entwickelten Kategoriensystem der entsprechenden Kategorie zugeordnet. Während der Inhaltsanalyse und weiteren Durchläufen durch das Material wurde das Kategoriensystem so lange adaptiert, bis sämtliche Textbausteine einer Kategorie zugeordnet werden konnten. Nach Adaptierung des Kategoriensystems wurde der Materialdurchlauf stets wiederholt (Kötter, 2022). Durch die Erweiterung des Kategoriensystems konnte das gesamte Material trennscharf zugeordnet werden. Schließlich wurden die identifizierten Kategorien auf fünf Themenbereiche verdichtet, die Grundlage für den Interviewleitfaden bildeten.

Die Inhaltsanalyse 1 der Interviewreihe von Kammerlander und Ladinig (2018) diente einerseits der Identifizierung geäußerter Bedenken und Hoffnungen der Experten gegenüber BIM in der Siedlungswasserwirtschaft. Diese Ergebnisse waren andererseits Basis für die Entwicklung des Interviewleitfadens der im Zuge der vorliegenden Arbeit durchgeführten Interviewreihe (siehe dazu auch 4.2.2).

## **4.3 Semistrukturiertes Experteninterview - Phase 2**

### **4.3.1 Grundlagen der Methode**

Das Experteninterview als qualitative Forschungsmethode beabsichtigt die Befragung von Personen mit speziellem Fachwissen über das zu untersuchende Themengebiet. Hierbei ist zu betonen, dass auch der Interviewer selbst über ein gewisses Maß an Fachwissen im Forschungsgebiet verfügen muss (Przyborski & Wohlrab-Sahr, 2010).

Im Gegensatz zum strukturierten Experteninterview sind beim semistrukturierten Experteninterview der genaue Wortlaut und die Reihenfolge der Fragen nicht bindend. Hierdurch ist es im Allgemeinen möglich einen flexibleren Gesprächsverlauf zu entwickeln und in Bezug auf die vorliegende Arbeit genauer auf die einzelnen Fachgebiete der Experten einzugehen.

### **4.3.2 Themenauswahl / Leitfadenerstellung**

Die Experteninterviews wurden in der vorliegenden Arbeit als Leitfadeninterviews konzipiert. Aus der Inhaltsanalyse der bestehenden Interviewreihe 2018 ergaben sich in Verbindung mit Literaturrecherche Kernthemen, die die Experten beschäftigten. Diese Kernthemen sind als zentrale Elemente in den Interviewleitfaden eingeflossen: Bedenken gegenüber der Anwendung von BIM sollten in der Interviewreihe 2022 mit den Experten gespiegelt werden und gleichzeitig

erfragt, welche Vorteile die Anwendung aus Ihrer Sicht bringt. Zudem war es Ziel herauszuarbeiten inwiefern die momentane Herangehensweise im Projektmanagement und dem Planungsprozess in der Siedlungswasserwirtschaft bereits Aspekte der BIM-Methode beinhaltet. Weiters wurden die Experten gebeten einen Ausblick zu geben, inwiefern Sie die Anwendung der BIM-Methodik in der Siedlungswasserwirtschaft in Zukunft einschätzen. Die wesentlichen Fragen wurden anschließend in eine thematisch passende Reihenfolge gebracht (siehe Abbildung 18). Der ausgearbeitete Interviewleitfaden ist in Anhang 2 beigelegt.

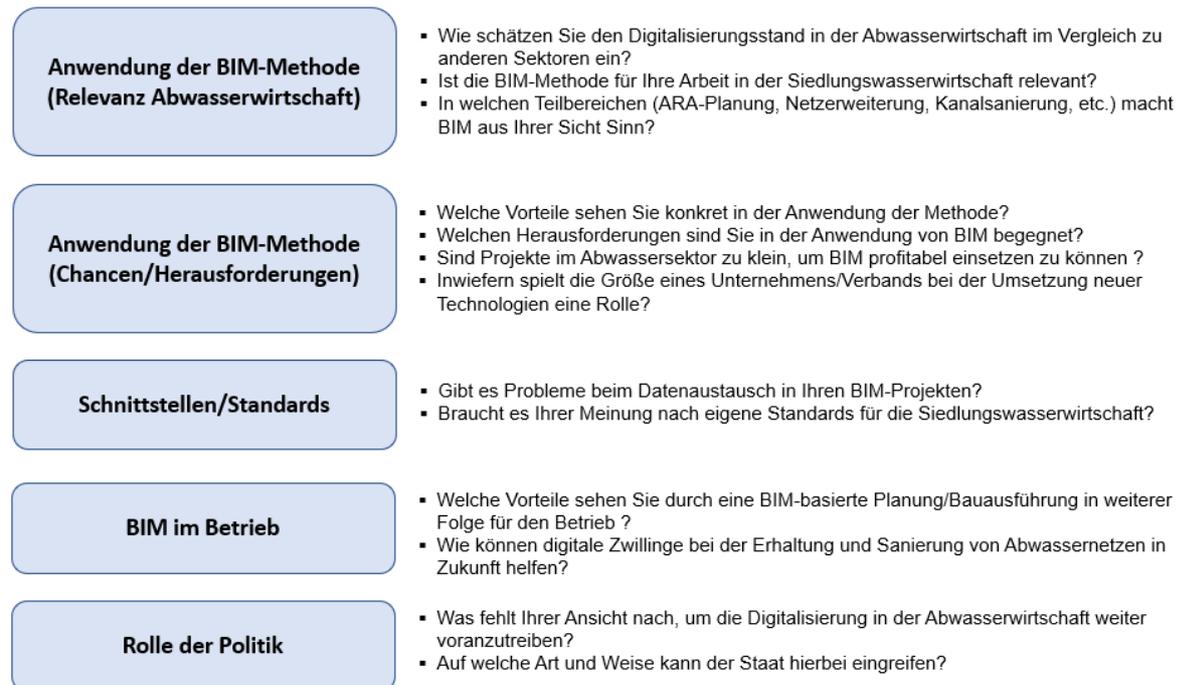


Abbildung 17 Themenblöcke des Interviewleitfadens

### 4.3.3 Auswahl der Befragten

Bei der Auswahl der befragten ExpertInnen war es das Ziel sowohl PlanerInnen als auch BetreiberInnen aus der Siedlungswasserwirtschaft zu interviewen. Hierbei lag ein besonderes Augenmerk darauf, dass die Befragten sich mit der BIM-Methode beschäftigt hatten und BIM bereits in Projekten in der Praxis anwenden, um eine möglichst repräsentative Auswahl an Personen aus der Praxis zu finden. Hierzu wurden durch Internetrecherche und das Besuchen von Veranstaltungen zum Thema BIM in der SWW (zum Beispiel Digital Water Conference 2022, ÖWAV-Kanalmanagementseminar 2022) sieben potenzielle Interviewpartner ausgewählt und entsprechend angefragt.

Folgende sechs Experten<sup>1</sup> konnten letztendlich akquiriert und befragt werden:

Tabelle 6 Auswahl Interviewpartner

Interviewpartner	Kürzel	Unternehmen	Stellung im Unternehmen	Nationalität	Aktuell laufende BIM-Projekte
Bart Brink	IP1	VK architects+engineers <sup>2</sup>	Digital Director	NL	Ja
Marco Nessier	IP2	Hunziker Betatech AG	Abteilungsleiter	CH	Ja
Markus Schröder	IP3	Tuttahs & Meyer Ing. - GmbH	Geschäftsführender Gesellschafter/ Vizepräsident	DE	Ja
Thomas Höller	IP4	Lugitsch & Partner	Projektleiter	AT	Nein
Jörg Brunecker	IP5	Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	Geschäftsführer	DE	Ja
Phillip Münch	IP6	RHV Großraum Salzburg	Anlagenleiter	AT	Nein

Die Stichprobengröße wird für den Umfang der vorliegenden Arbeit als angemessen erachtet. Mit der Expertise der Interviewten konnten die Forschungsfragen entsprechend beantwortet werden.

Im Fokus der Stichprobe steht die Relevanz der befragten Experten. Die Befragten beschäftigen sich in der Praxis mit der BIM-Methode und sind zum Teil zudem Leiter bzw. Beteiligte von internationalen Arbeitsgruppen zum Thema BIM in der Siedlungswasserwirtschaft. Durch die Expertise der Befragten mit internationaler Erfahrung, können die wesentlichen Aufgabenbereiche der Abwasserwirtschaft abgedeckt, sowie alle Phasen des Lebenszyklus von Planen, Bauen und Betreiben berücksichtigt werden.

Eine Stichprobe mit statistischer Repräsentanz wäre allein aus dem Kriterium heraus, dass die Interviewpartner bereits Erfahrung mit BIM in der Abwasserwirtschaft haben sollten, zum jetzigen Zeitpunkt schwer zu erreichen.

#### 4.3.3.1 Bart Brink, M.Sc. MBA

Bart Brink, M.Sc MBA. war zum Zeitpunkt des Interviews Global Director Digital Twin bei dem niederländischen Ingenieurbüro Royal Haskoning DHV. Seit April 2022 ist Herr Brink Digital Director bei VK architects+engineers. Zudem ist Herr Brink Leiter der Arbeitsgruppe Digital Twin bei buildingSMART International.

<sup>1</sup> Während in der vorliegenden Arbeit bisher das Binnen-I Geschlechterneutralität verdeutlicht, muss aufgrund der tatsächlich interviewten Experten folgend bei Erwähnung der Interviewpartner die männliche Form verwendet werden.

<sup>2</sup> Zum Zeitpunkt der Interviews war Herr Brink noch im Unternehmen Royal Haskoning DHV tätig.

#### 4.3.3.2 **Marco Nessier**, Dipl.-Ing. (FH) EMBA (FH)

DI Marco Nessier ist Abteilungsleiter des Bereichs Abwasserreinigung Bern bei dem schweizerischen Ingenieurbüro Hunziker Betatech AG. Das Unternehmen startete 2016 mit dem Stapelbecken CSL Behring ihr erstes BIM-Projekt. Herr DI Nessier leitet neben seiner Tätigkeit bei Hunziker Betatech AG die Arbeitsgruppe „Digitale ARA-Planung des Verbandes Schweizer Abwasser- und Gewässerfachleute (VSA)“ (siehe Kapitel. 3.4.12)

#### 4.3.3.3 **Markus Schröder**, Prof. Dr.-Ing.

Prof. Dr.-Ing. Markus Schröder ist seit 1985 bei der Tuttahs & Meyer Ing.-GmbH tätig. Seit 1993 ist er dort geschäftsführender Gesellschafter und seit 2009 geschäftsführender Hauptgesellschafter. Seit 2003 ist er Lehrbeauftragter für die Planung von Abwasseranlagen am Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft der Fakultät für Bauingenieurwesen an der RWTH Aachen. Mitglied des Vorstands der DWA ist Markus Schröder seit 2009 und seit 1. Januar 2016 dort auch Vizepräsident (GFA, 2021). Zudem ist Herr Schröder Obmann des DWA-Fachausschusses WI-6 „BIM in der Wasserwirtschaft“ und Initiator der Initiative BIM2Water (siehe Kapitel. 3.4.12).

#### 4.3.3.4 **Thomas Höller**, Dipl.-Ing.

DI Thomas Höller ist als Projektleiter bei dem Zivilingenieurbüro Lugitsch&Partner im Bereich Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft tätig. Hier befasst er sich unter anderem mit der datenbankgestützten Planung von Kanalsanierungsmaßnahmen. Zudem war Herr DI Höller Mitwirkender bei dem Forschungsprojekt „Zustandserfassung von Sonderbauwerken unter Zuhilfenahme von Building Information Modelling (BIM) und Augmented Reality (AR) (ZuSoBAR)“.

#### 4.3.3.5 **Jörg Brunecker**, Dipl.-Ing. / **Lionel Ruben May**, M. Eng.

Seit 2014 ist DI Jörg Brunecker Geschäftsführer der Swietelsky-Faber Kanalsanierung GmbH. Zudem ist er als Obmann in der internationalen Standardisierung der ISO und des CEN im Bereich der Rohrsanierung maßgebend tätig (Beyer). Lionel May, M.Sc. ist Projektleiter bei der Swietelsky-Faber Kanalsanierung GmbH und im Bereich Kanalsanierung tätig. Er lieferte unterstützend einen detaillierten Einblick in die praktische Anwendung in Projekten.

Im von Ihnen verfassten Fachartikel „Building Information Modeling (BIM) in der Kanalsanierung“ (2021) betonen sie den großen Mehrwert der Methode, aber auch die Notwendigkeit für eine klare Standardisierung.

#### 4.3.3.6 **Phillip Münch**, M.Sc. Dipl.wirtsch.Ing. (FH)

DI Phillip Münch befasste sich im Rahmen des ZuSoBAR-Projektes mit der Darstellung von Sonderbauwerken mittels Augmented Reality (AR) und beschäftigt sich in seiner Arbeit im RHV Salzburg täglich mit dem Leitungsinformationssystem und Datenmanagement.

Mit Herrn Münch konnte die Sicht auf BIM in der Siedlungswasserwirtschaft aus Betreibersicht geschildert werden.

#### **4.3.4 Durchführung**

Zu Beginn des Interviews wurde dem Interviewpartner in einem Vorgespräch der Hintergrund der Masterarbeit geschildert. Zudem wurden im Vorgespräch die organisatorischen Rahmenbedingungen des Interviews geklärt. Der Interviewpartner wurde über die zeitliche Einteilung informiert (Interviewdauer circa 60 min) und gefragt, ob er mit einer Aufzeichnung des Gespräches zur Weiterverarbeitung einverstanden sei.

Im eigentlichen Interviewteil wurde der Interviewpartner zunächst gefragt, was er unter BIM versteht. Hiermit sollte auch geklärt werden, ob im weiteren Verlauf des Interviews ein ähnliches Verständnis von der Definition der Methode besteht. Wie in Kapitel 4.3.1 bereits erwähnt, wurde auf eine strikte Abfolge der Fragen verzichtet. Es wurde jedoch darauf geachtet, dass sämtliche Fragenkomplexe abgehandelt werden. Die Fragen waren offen formuliert.

Nach Beendigung der Interviews wurden die Audioaufnahmen transkribiert. Hierbei wurden Füllwörter nicht mittranskribiert. Die Transkripte wurden den Interviewpartnern nach Fertigstellung zugesandt und etwaige Anmerkungen eingearbeitet. Die vorliegenden Transkripte wurden daraufhin von den Interviewpartnern freigegeben. Die Transkripte dienten in weiterer Folge als Grundlage für die qualitative Inhaltsanalyse der Phase 2.

Die Transkripte der durchgeführten Interviews sind in Anhang 3 bis 8 beigelegt.

#### **4.4 Qualitative Inhaltsanalyse - Phase 2**

Das Textmaterial aus Interviewreihe 2 wurde wiederum mittels qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Hierbei wurde das in Inhaltsanalyse 1 entwickelte Kategoriensystem erneut verwendet und im Verlauf der Analyse um einige Unterkategorien erweitert, da in den Interviews zusätzliche Themen angesprochen wurden. Der Fokus lag hierbei auf der Abfrage zum aktuellen Entwicklungsstand von BIM in der Abwasserwirtschaft sowie auf den Chancen und Herausforderungen, die die Experten in diesem Zusammenhang sehen. Das bestehende Kategoriensystem wurde um eine zwölfte Kategorie ergänzt: Digitaler Zwilling.

In der Auswertung zeigte sich dann, dass sich die Aussagen der Interviewpartner in Bezug auf Stand, Chancen und Herausforderungen bei der BIM Implementierung und Anwendung über mehrere der gebildeten Kategorien übergreifend fanden. So kamen beispielsweise Herausforderungen nicht nur in den Antworten zu Fragen der Kategorie „Umsetzbarkeit/Hürden“ zur Sprache, sondern auch in anderen Kategorien. Gleichsam wurden Chancen nicht nur im Rahmen der Kategorie „Mehrwert BIM“ genannt.

Durch die Inhaltsanalyse des Materials konnte folgendes erreicht werden:

- Vergleich der Aussagen der Interviewpartner
- Gegenüberstellung der Aussagen mit dem jetzigen Stand der Forschung
- Beantwortung der Forschungsfragen anhand der Analyseergebnisse und weiterführender Literaturrecherche.

#### **4.5 Weiterführende Literaturrecherche und Auswertung/Interpretation der Experteninterviews - Phase 3**

In der letzten und abschließenden Phase 3 wurden die Forschungsfragen gezielt beantwortet. Die Beantwortung erfolgte auf Basis der Ergebnisse aus den Experteninterviews sowie einer weiterführenden Literaturrecherche, die ebenfalls auf den Interviewergebnissen basierte.

Im Sinne der Beantwortung der Forschungsfragen und um Wiederholungen genannter Chancen und Herausforderungen je Kategorie zu vermeiden, wurden die Inhalte in der Ergebnisdarstellung nicht nach den genutzten Kategorien organisiert. Vielmehr wurden die Aussagen den großen Bereichen „Aktueller Stand“ (Forschungsfrage 1), „Herausforderungen“ (Forschungsfrage 2) und „Chancen“ (Forschungsfrage 3) zugeordnet. Innerhalb dieser Bereiche wurden die genannten Kernthemen dargestellt. Die vorher gebildeten Kategorien sind hier implizit vorhanden, geben aber aus oben genannten Gründen nicht die Strukturierung der Ergebnisse vor. Aufschluss über die Herkunft der konkretisierten Kernthemen, die in Kapitel 5 vorgestellt werden, bietet auch die in Anhang 9 beigelegte Auswertung der Experteninterviews, in der die Aussagen der Experten (1) den Kategorien zugeordnet, (2) zu Kernaussagen zusammengefasst und (3) teilweise entsprechende Zitate angeführt sind.

## 5. Ergebnisse und Diskussion

### 5.1 Aktuelle Praxis von BIM in der Abwasserwirtschaft

Vergleicht man unterschiedliche Branchen miteinander, zeigt sich nach Brink (2021), dass beispielsweise in der Flugzeug- oder Automobilindustrie, in der sensible Fertigungsteile hergestellt werden, die Digitalisierung schon weit mehr entwickelt ist. Das Konzept eines Digitalen Zwillings gibt es in solchen Sparten beispielsweise schon länger. Bei Fehlern in der Produktion entstehen hier sehr schnell hohe Kosten. Dementsprechend wurde hier frühzeitig in neuartige Technologien investiert.

Münch (2022) verdeutlicht den Sachverhalt wie folgt: *„Ich kenne zum Beispiel Wartungssoftware mit Augmented Reality (AR), die eher bei Industrieanlagen verwendet werden. Wenn die Maschine nicht gewartet wird und dadurch ein Stillstand der Produktion entsteht, dann fallen unmittelbar Kosten an. Das ist viel greifbarer als im Abwasserbereich. Hier ist das System sehr träge. Bei leichten Schäden wird halt dann noch etwas gewartet und die Behörde teilt mit, dass diese Zustandsklasse dann öfter kontrolliert werden muss als sonst. Da vergehen ein bis zwei Jahre, in denen nichts passiert. Wenn bei der Produktionsanlage etwas stoppt, habe ich hinten einerseits einen Stau und am Schluss bekomme ich kein Produkt, mit dem ich mein Geld verdiene.“*

Nach Höller (2022), bedarf es bei der Verwendung neuartiger Technologien oder Methoden stets einen Mehrwert, der den Aufwand vertretbar macht.

Die Experten wurden in den Interviews gebeten zu bewerten bei welchen Projekten der Abwasserwirtschaft die BIM-Methode einen Mehrwert bieten kann. Die Befragten unterschieden hierbei folgende Bereiche:

1. Planung und Ausführung von Kanalnetzerweiterungen und Sanierungsmaßnahmen
2. Neuerrichtung und Erweiterung von Sonderbauwerken und Kläranlagen
3. Betrieb abwasserwirtschaftliche Anlagen

Die folgenden Unterkapitel beinhalten neben der Einschätzung der befragten Experten auch Ergebnisse aus der weiterführenden Literaturrecherche. Hierbei sollen auch Beispiele aus Praxis und Forschung erwähnt werden.

#### 5.1.1 BIM in der Kanalnetzerweiterung und Kanalsanierung

Den Vorteil einer dreidimensionalen Darstellung von nichtbegehbaren Kanälen für die Planung von Kanalnetzerweiterungen und Sanierungsplanungen bewerten Brink (2021) und Schröder (2022) zunächst als gering. Zum einen werden laut Brunecker (2022) heutzutage ein Großteil der Sanierungen grabenlos durchgeführt und auch im offenen Graben bietet eine dreidimensionale Darstellung der Abwasserhaltungen allein keinen bedeutenden Vorteil. Münch (2022) sieht in der 3D-Visualisierung von Kanalnetzen den Vorteil in Bezug auf die exakte Verortung der Kanalhaltungen. Mit entsprechender Visualisierung könnte man die Haltungen in besseren Bezug zu ihrer Umgebung setzen. Schröder (2022) sieht einen wesentlichen Punkt in der Bestandserfassung. Seiner Meinung nach sind verbaute Leitungen teilweise nicht ausreichend gut dokumentiert.

May (2022) betont, dass eine vereinte Datenbank und Darstellung unterschiedlicher LeitungsträgerInnen im Bereich der Sanierung sehr wohl hilfreich wären. Hiermit könnte ein

Überblick für den Auftraggeber geschaffen werden und eine ganzheitliche Sanierungsplanung, die mehrere LeitungsträgerInnen berücksichtigt, in Zukunft besser realisiert werden. Brunecker (2022) fügt zu dem Thema entsprechend folgendes hinzu: *„Die zuständigen Leitungsträger kommunizieren nicht ausreichend miteinander. Es wäre nicht schwer zu organisieren, dass sich hier die Verantwortlichen austauschen. Hier wäre ein enormes Einsparpotential möglich.“*

Hierbei führt May (2022) weiter aus: *„In der Kanalsanierung gibt es Kostenvergleichsrechnungen, die über einen längeren Zeitraum kalkulieren, wann eine Sanierung bzw. eher eine Erneuerung sinnvoll wäre. Wenn man hier mit einem BIM-Ansatz die Berechnung mit mehreren Leitungsträgern abwickeln könnte, wäre das sicherlich zielführend.“*

Schröder (2022) betont, dass die Abwasserwirtschaft bei der Kanalnetzplanung und Sanierung bereits über gute Software und eingespielte Prozesse verfügt. Hierbei wird oft datenbankbasiert gearbeitet. Höller (2022) ergänzt bezüglich der Arbeit mit gängigen Datenbanksoftwarepaketen in der Kanalplanung folgendes: *„Dabei kann man jetzt vielleicht nicht von einem klassischen BIM Modell sprechen, aber trotzdem kommen Aspekte von BIM zum Einsatz. Zum Beispiel die Digitalisierung von Informationen und auch deren digitale Bearbeitung.“* Höller (2022) empfiehlt hier zu mehr Selbstbewusstsein in der Siedlungswasserwirtschaft, um zu erkennen, dass die gängigen Methoden bereits einige Aspekte von dem haben, was die BIM-Methode verbessern soll. Hierbei bezieht sich Höller insbesondere auf das Arbeiten mit einer zentral geführten, objektbasierten Kanaldatenbank in Kombination mit einer damit verknüpften und dokumentierten Sanierungsplanung. Jedoch stellt er in Frage, inwiefern momentan abseits der Datenerstellung weiter damit gearbeitet wird.

Swietelsky-Faber verwendet seit einigen Jahren in Kooperation mit gewissen Betreibern eine Art little closed BIM-System. In dieser Datenbank werden in Verknüpfung mit GIS-Systemen sämtliche Zustandserfassungsdaten und weitere relevante Informationen ausgetauscht. Brunecker und May (2021) erläutern die Funktionsweise in Ihrem Artikel zu BIM in der Kanalsanierung wie folgt: *„Die Planung durch den Auftraggeber und die Ausführung des Auftragnehmers werden in einem Programm digital verarbeitet und dargestellt. Datensätze werden konstant unter den Projektbeteiligten ausgetauscht, womit der Baufortschritt im EDV-System der Projektbeteiligten aktuell bleibt. Selbst die Qualitätssicherung wird in der Datenbank verwaltet: Chargennummern und eine umfangreiche Vorher-Nachher-Dokumentation sind auf einen Klick abrufbar. Der Vorteil liegt auf der Hand: Klare Kommunikation, Transparenz und genaue Zuordnungen aller Details der Sanierungsmaßnahmen.“*

May (2022) betonte im Interview den Mehrwert dieses Ansatzes. Änderungen im Planungsprozess werden transparent dokumentiert und direkt an die ausführende Firma weitergegeben. Das Personal auf der Baustelle hat dadurch sofort die richtigen Informationen. Neben der Koordination der Sanierungsmaßnahmen ist es zudem möglich die Abrechnung systemintern abzuwickeln.

Eine Visualisierung der Kanalhaltungen ist in diesem System nicht vorgesehen und nach May (2022) auch nicht relevant. Bei den einzelnen Haltungsobjekten sind jedoch Haltungsberichte, Videos und Fotos hinterlegt. Technisch ist nach Höller (2022) eine dreidimensionale Visualisierung der Kanalhaltungen und Schächte jedoch bereits möglich. Er verweist hierbei auf die Masterarbeit *„Datenmodelle in der Abwasserableitung Ansatz zur Konvertierung von ISYBAU-XML-Daten nach IFC“* von Wiedmann (2020). Wiedmann (2020) beschreibt hierin die Erstellung von IFC-Objekten aus den in den ISYBAU-Stammdaten hinterlegten Geometrien.

Bei Projekten in der Kanalnetzerweiterung und Kanalsanierung sind meist nur wenige Projektbeteiligte involviert. Großteils gibt es neben dem Auftraggebenden und einem zuständigen Planungsbüro eine ausführende Baufirma mit etwaigen Subunternehmen, die beispielsweise die Erdbauarbeiten übernehmen. Eine Umstellung auf BIM für die Koordination einzelner Fachgewerke aufgrund der geringen Komplexität ist laut der Experten demnach momentan nicht notwendig.

### 5.1.2 BIM in der Neuerrichtung und Erweiterung von Sonderbauwerken und Kläranlagen

Das Potential für BIM bei der Neuerrichtung und Erweiterung von Sonderbauwerken und Kläranlagen schätzten die Experten größer ein. Eine höhere Anzahl von beteiligten Gewerken, ein größeres Auftragsvolumen und eine komplexere Bauabwicklung sind laut den Befragten Hauptargumente für die Anwendung von BIM in diesem Bereich der Abwasserwirtschaft.

In der Realität zeigt sich, dass einige Auftraggebende und PlanerInnen den Mehrwert durch eine verbesserte Koordination und Zusammenarbeit bereits erkannt haben und die Methode in Projekten anwenden. In der Interviewreihe konnten insbesondere Nessier (2022) und Schröder (2022) von ihrer Erfahrung mit der praktischen Umsetzung der BIM-Methode in der Neuerrichtung und Erweiterung von Sonderbauwerken und Kläranlagen berichten. Laut der Experten können in diesen Projekten der Abwasserwirtschaft viele Vorteile der BIM-Anwendungen genutzt werden, die auch in anderen Bereichen der Baubranche, in denen BIM bereits umfangreicher genutzt wird, einen Mehrwert bieten. Zu diesen BIM-Anwendungen gehören nach Nessier und Börrent (2020) unter anderem:

- Visualisierung
- Planableitung aus dem Modell
- Verknüpfung von Modell mit Attributen
- Koordination
- Intelligentes Rohrleitungs- und Instrumentenfließschema (R+I – Schema)
- Mengen- und Kostenermittlung
- Kollisionsprüfung
- Datenaustausch und Modellkontrolle mittels CDE

Es ist zu beobachten, dass sich in Projekten oft auf eine bestimmte Software geeinigt wird. Schröder (2022) führt dies wie folgt aus: *„Wir sind im Verbund mit vielen Partnern, darunter auch viele Ingenieurbüros in der BIM2Water-Gruppe. Wir sind uns einig, dass man sich zurzeit auf eine Software einigen muss, um effizient zu arbeiten. Alle Büros, mit denen wir zusammenarbeiten nutzen die gleiche Software, weil eben jede Software bisher ihr eigenes natives Datenformat verwendet.“*

In der Fallstudie von Jiu-Lin Li et al. (2021) konnten erste Mehrwerte in Planung, Bau und Betrieb von Kläranlagen mittels BIM-Methode wissenschaftlich belegt werden. BIM wurde bei der Errichtung und dem Betrieb der Kläranlage Beijing Huaifang für die Visualisierung des Bauvorhabens, Simulationen und dem Datenaustausch unter den Projektbeteiligten genutzt. Jiu-Lin Li et al. (2021) beschreiben insbesondere, dass durch die Visualisierung der räumliche Zusammenhang zwischen der Kläranlage und dem umgebenden Untergrund deutliche Erleichterungen im Planungsprozess bieten konnte. Mit dem BIM-Modell wurden hierbei unter anderem Tageslicht-Analysen, Simulationen zu Evakuierungsmaßnahmen, Belüftungssimulationen und Kollisionsprüfung durchgeführt. Für den Betrieb wurden Informationen und

Aufzeichnungen der installierten Sensorik mithilfe von einer erweiterten IFC-Schnittstelle mit den BIM-Modellen verknüpft.

Das Fehlen standardisierter Datenformate für die Abwasserwirtschaft behindert momentan die die Anwendbarkeit von offenen BIM-Ansätzen in diesem Sektor (Di Biccari & Heigener, 2022). Wissenschaftliche Arbeiten befassen sich zunehmend mit einer Schemaerweiterung des IFC-Austauschformates für abwasserspezifische Analgenteile.

Söbke. Et. al. (2022) beschäftigen sich mit der Erstellung eines semantischen Datenmodells für die Beschreibung von Kläranlagen auf IFC-Basis. Hierbei dienen unter anderem die Regelblätter DWA-A 131 „Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen“ und DWA-A 198 „Ermittlung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen“ als Grundlage für die Erstellung eines semantischen Modells. In diesem Modell werden sämtliche Informationen beschrieben, die zur Bemessung der Kläranlage notwendig sind (Söbke et. al., 2022). Um jedoch eine allgemeingültige IFC-Erweiterung für die Kläranlagenerrichtung bereitzustellen, müssen die Anforderungen aus verschiedenen nationalen und internationalen Vorschriften berücksichtigt werden, da der IFC-Standard international ist (Di Biccari & Heigener, 2018).

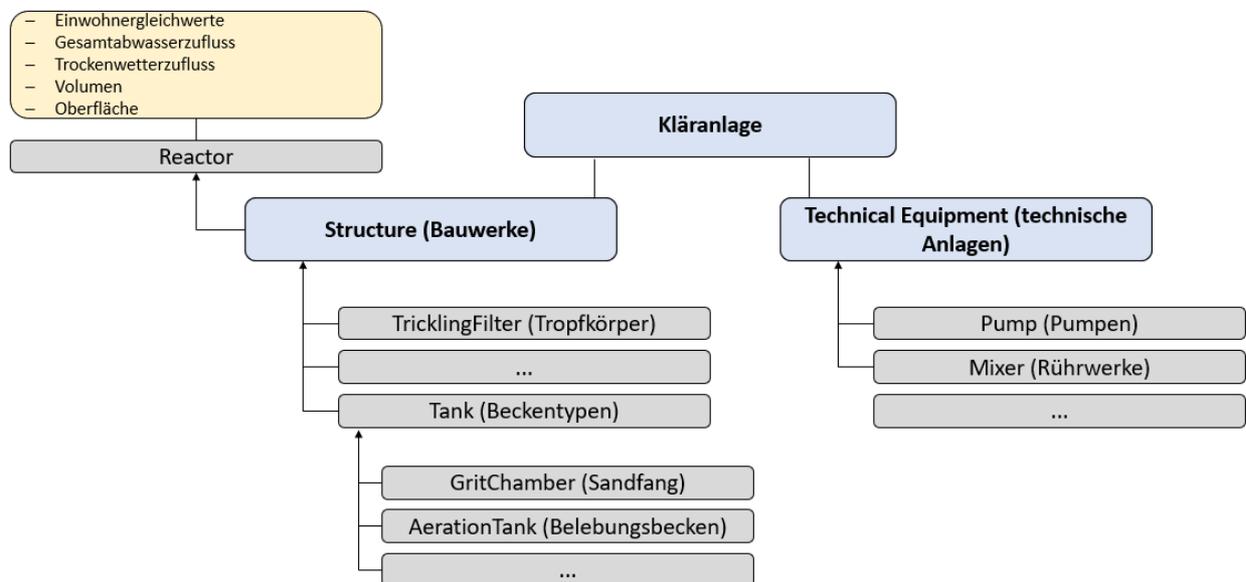


Abbildung 18 Auszug aus dem Klassendiagramm des semantischen Modells für Kläranlagen (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Söbke et al., 2022)

Söbke et al. (2022) unterteilen in ihrem semantischen Datenmodell zur Beschreibung von Kläranlagen zwei Oberklassen, die sogenannte „Structure“ (Oberklasse für sämtliche Bauwerke) und „Technical Equipment“ (Oberklasse für sämtliche technischen Anlagenteile). Klassen des „Technical Equipment“ sind beispielsweise Pumpen, Messinstrumente, Rotationsverteiler oder Belüftungsanlagen. Die Oberklasse „Structure“ wird in mehrere Klassen und Unterklassen unterteilt. Der Klasse „Reactor“ werden beispielsweise sämtliche Parameter des Reinigungsprozesses zugeordnet (siehe Abbildung 19). Andere Bauteile werden, falls notwendig in weitere Unterklassen unterteilt. Für einige Bestandteile der Kläranlage konnten bestehende IFC-Schemata (zum Beispiel IFCpump) verwendet werden. Für Klassen, für die es kein bestehendes IFC-Schema gab, mussten neue IFC-Datenstrukturen angelegt werden (Söbke et. al. 2022). Die Entwicklung solcher semantischer Datenmodelle und Überlegungen für die Implementierung der Datenmodelle in das IFC-Schema wird nach Söbke et al. (2022) eine

wichtige Grundlage für die BIM-basierte Planung und den Datenaustausch in allen Phasen des Lebenszyklus entsprechender Anlage sein.

Söbke et. al. (2022) merken an, dass die Erweiterung des IFC-Schemas einen aufwändigen Standardisierungsprozess bedeutet. IFC-Schemata werden in Zukunft immer wieder auf Neuerungen in der Abwasserwirtschaft, wie zum Beispiel den Ausbau einer vierten Reinigungsstufe bei Kläranlagen, angepasst werden müssen.

Es stellt sich die Frage ab welcher Projektgröße es rentabel ist BIM anzuwenden. Höller (2022) reagiert hierauf wie folgt: *„Ich glaube [...] wir diskutieren das zu einem Zeitpunkt, zu dem viele das noch nicht als Standard etabliert haben. Ich stelle mir das so vor, [wie] als CAD gekommen ist, dass ein Großteil der Büros gesagt hat: 'Die Projekte sind zu klein für CAD. Das machen wir mit der Hand, denn das geht schneller'. Das fragt sich heutzutage kein Mensch mehr. Ich würde grundsätzlich davon ausgehen, dass das in 10 bis 15 Jahren mit BIM genau das gleiche ist. Sobald die Leute das gut genug können und es quasi keine Alternativen mehr gibt, wird es kein Projekt geben, das zu klein ist.“*

### **5.1.3 BIM und das Konzept eines Digitalen Zwillings im Betrieb abwasserwirtschaftlicher Anlagen**

Abwasserwirtschaftliche Entsorgungsnetze sind oftmals komplexe Systeme in der Infrastruktur, die größtenteils unterirdisch verlegt sind. Die Wartung, Reparatur und das Monitoring solcher Systeme werden dadurch entsprechend erschwert. Das unterscheidet abwasserwirtschaftlich Systeme von anderen Bereichen, wie beispielsweise der Fertigungsindustrie, in der digitale Zwillinge bereits Anwendung finden. Bei der Entwicklung von Digitalen Zwillingen in der Abwasserwirtschaft müssen zusammenhängende Systeme betrachtet werden und nicht nur einzelne Komponenten (Pedersen et al., 2021).

In der Abwasserwirtschaft werden laut Höller (2022) bereits viele Daten digital erfasst. Nach Brink (2021) konzentrieren sich BIM-Prozesse, so wie sie momentan umgesetzt werden, auf die Sammlung statischer Daten. Hierzu gehören beispielsweise Informationen über Materialeigenschaften, Wandstärken oder Rohrdurchmesser. In einem Digitalen Zwilling für den Betrieb werden statische und dynamische Daten verknüpft. Zu den dynamischen Daten gehören beispielsweise die Messung von Pegelständen, Abflussmengen oder Wassertemperatur. Planungs- und Ausführungsprozesse in der Abwasserwirtschaft laufen laut Brink (2021) aktuell noch weit weniger digital ab als Prozesse im Betrieb.

Brink merkt an, dass die Siedlungswasserwirtschaft im Vergleich zu anderen Branchen einen umgekehrten Weg zu vollziehen hat. Das Konzept von BIM führt, zumindest in der Theorie, über die Planungs- und Ausführungsphase zu einem Asset-Twin im Betrieb. Hier werden dann die statischen Informationen aus Planungs- und Ausführungsphase mit dynamischen Daten im Betrieb verknüpft. Hierbei entstehen Digitale Zwillinge einer physischen Anlage. Nach Brink (2021) werden im Betrieb von Abwasserentsorgungsnetzen und Abwasserreinigungsanlagen durch Mess- Steuerungs- und Regeltechnik bereits viele dynamische Daten erhoben. Auch Schröder (2022) spricht von einer hoch digitalisierten Wasserwirtschaft. Hydrodynamische Modellierungen auf Basis erhobener Kanalnetzdaten in Verbindung mit hydrologischen und einzugsgebietsbezogenen Daten sind in der Abwasserwirtschaft beispielsweise Stand der Technik.

Brink ergänzt hierzu: *„We never called it that way, but you can see that as a kind of digital twin of the sewer-system. Not only with the monitoring but also the controlling and the algorithms in there.“*

*It is a virtual replica of the physical environment where we use algorithms and models to make better informed decisions about how to optimize that system.”*

Brink beschreibt die Wichtigkeit eines Leitungsinformationssystems als Basis für die Entwicklung von Digitalen Zwillingen im Abwassernetz wie folgt: *“One important thing is to get basic information and an asset-register of your system. Then you must make sure that your data stays up to date. And what does up to date mean for you? Every six month? Every hour? Every Minute? You build up your specific digital twin step by step. And it is not just a replica of your asset, but it’s a twin of your whole operations and your value chain. That’s a journey of structuring and building up a digital twin and an early part of that journey is to build up a GIS and an asset-register.”*

Auch wissenschaftliche Arbeiten befassen sich bereits mit der Anwendung von BIM im Betrieb abwasserwirtschaftlicher Anlagen.

In Zusammenarbeit mit einem großen englischen Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsunternehmen entwickelten Edmondson et. al (2018) mithilfe von IFC4 und GIS-basierten Daten ein Smart Sewer Asset Information Model (SSAIM). Für die Fallstudie wurde ein fünf Quadratkilometer großes Entsorgungsnetz ausgewählt.

Das SSAIM soll hierbei in Echtzeit Informationen über das Netz sammeln und Vorhersagen treffen. Somit soll besser auf Notfälle im Netz reagiert werden können und zudem eine Informationsgrundlage für zukünftige Netzerweiterungen und Sanierungsmaßnahmen geschaffen werden.

Um in einem solchen Modell neue Daten und Sensoren besser implementieren zu können, muss das System eine gewisse Interoperabilität gewährleisten (Edmondson et. al ,2018).

Durch Zuordnung von Systemkomponenten in unterschiedliche Klassen können mit IFC räumliche Zusammenhänge unterschiedlicher Objekte (zum Beispiel Schächte und Kanalhaltungen) abgebildet werden.

Mit IFC können nach Edmondson et. al (2018) alle wichtigen Systemzusammenhänge im Kanalnetz dokumentiert werden. Hierzu gehören räumliche Zusammenhänge zwischen einzelnen Kanalnetzobjekten, aber auch Datenbeziehungen zwischen Objekten, Projektbeteiligten, rechtlichen Rahmenbedingungen, oder Prozessen im Kanalnetz. In diesem Projekt bestand jedoch die Problematik, dass die notwendigen abwasserspezifischen IFC-Schemata teilweise nicht vorhanden waren. Als Basis diente ein Datenmodell der UK Water Industry Research (UKWIR) das Zusammenhänge im Kanalnetz semantisch beschreibt.

Das daraus entwickelte SSAIM wurde zunächst in einer Gruppe von sechs AnwenderInnen (aus Planung, Bau und Betrieb) getestet, um zu evaluieren welche Klassen und Attribute für die praktische Anwendung relevant sind. Das Modell wurde in einem weiteren Schritt mit Sensoren verknüpft, die in Echtzeit Daten über Pegelstände, Durchflussgeschwindigkeiten, Wasserqualität und den Niederschlag aufzeichnen. Hierbei dient das SSAIM als Oberfläche, mit der anhand der gesammelten Daten Aussagen über die momentanen und zukünftigen hydraulischen Abflussprozesse im Kanalnetz getroffen werden können. Auch bei der Übertragung der Sensordaten an das SSAIM war es hierbei wichtig mit offenen Austauschformaten zu arbeiten. Das konnte im Falle von täglichen Aufzeichnungen anstelle von herkömmlichen Austauschformaten für Sensordaten auch mit einer IFC-Datenstruktur bewerkstelligt werden. Bei Aufzeichnungen mit höherer Auflösung (stündlich oder minütlich) empfehlen Edmondson et. al (2018) jedoch die Übertragung über XML-basierte Weblösungen.

Der Vorteil von IFC im Gegensatz zum bisherigen Datenaustausch über ESRI-Shapefiles ist die geringere Dateigröße, die bei großen Gebieten eine schnellere Rechenleistung ermöglicht. Mit dem Aufbau des SSAIM mit IFC ist der Betreiber in Zukunft in der Lage das Modell mit open BIM Daten von anderen LeitungsträgerInnen oder Bauträgern zu erweitern und anhand der neuen Gegebenheiten in Echtzeit Analysen für das erweiterte Einzugsgebiet zu tätigen.

Die Neuheit ist hier, dass das Modell die Ergebnisse mit den Daten von im Netz verbauten Sensoren abgleicht und analysiert. Somit wurde ein Prototyp für einen Digitalen Zwilling des Abwassernetzes aufgebaut. Änderungen und Erweiterungen der digitalen Zwillinge in der Abwasserwirtschaft werden oft notwendig sein, da sich die Systeme beispielsweise durch Ortsnetzerweiterungen oder Sanierungen häufig ändern (Pedersen et al., 2021).

Pedersen et al. (2021) untersuchten die Implementierung Digitaler Zwillinge im Abwassernetz mit VCS Denmark, ein großes Abwasserentsorgungsunternehmen in Dänemark. VCS Denmark begann bereits 2008 mit der täglichen hydraulischen Modellierung des Netzes mit den Daten von im Netz verteilten Niederschlagsmessgeräten, Pegelmessständen und Durchflussmessern. Mit der täglichen Auflösung soll das physische System so genau wie möglich abgebildet werden. Somit sollen Anwendungen für vorrausschauende Wartung und das Wissen über die Entwicklung von Digitalen Zwillingen verbessert werden (Pedersen et al., 2021).

Ver- und Entsorgungsunternehmen entwickeln meist spezifische Datenbanken und Modelle für die jeweilige Branche mit Anwendungen, die den spezifischen Anforderungen der Infrastrukturanlagen entsprechen. Eine Zusammenführung unterschiedlicher Ver- und Entsorgungsnetze in einer gemeinsamen Datenbank wird meist nicht umgesetzt (Hijazi et al., 2017). Aktuelle wissenschaftliche Arbeiten beschäftigen sich jedoch mit der Integration unterschiedlicher LeitungsträgerInnen in einem gemeinsamen Modell über offene Austauschformate.

Entsprechende Modelle können beispielsweise für Katastrophenmanagement, die Planung von Sanierungsmaßnahmen oder Energieraumplanung genutzt werden (Hijazi et al., 2017).

Sharafat et al. (2021) entwickelten ein Informationssystem für unterirdische Versorgungsleitungen mithilfe eines BIM-GIS Ansatzes auf Grundlage einer IFC - CityGML Kartierung, um insbesondere bei Grabungen und Netzerweiterung die Beschädigung bestehender Infrastruktur durch 3D-Visualisation besser vermeiden zu können. Hier ist es wichtig darauf zu achten, dass die erhobenen Daten die Anforderungen an die Genauigkeit erfüllen, da ansonsten mit einem unzuverlässigen Modell kostenintensive Fehler entstehen können (Chapman et al., 2020).

Auch für das Facility-Management einer Kläranlage können BIM-Modelle hilfreich sein. Marzouk und Ahmed (2019) beschäftigten sich mit der Entwicklung eines Asset-Modells für eine Kläranlage in der Nähe von Kairo. Ziel war es mittels Laserscan ein Modell der Kläranlage zu erstellen, in dem in weiterer Folge anhand von Markern im Modell Informationen für den Betrieb der Anlage hinterlegt werden sollten. Insbesondere ging es hierbei um relevante Informationen zur Wartung der verbauten Pumpen.

## **5.2 Herausforderungen bei der Einführung und Umsetzung von BIM in der Abwasserwirtschaft**

BIM verändert die Art und Weise von Planungs- und Ausführungsprozessen fundamental (Brink, 2021). Mit der BIM-Methode werden Arbeitsprozesse komplett umgestellt.

Das birgt sowohl für AuftragnehmerInnen als auch für AuftraggeberInnen neben Chancen auch Herausforderungen. Tabelle 7 zeigt die in den Interviews angesprochenen Herausforderungen mit BIM. Höller (2022) hält in diesem Zusammenhang fest, dass der Schritt zu BIM in der Siedlungswasserwirtschaft „eine wesentliche Herausforderung [im] Digitalisierungsbereich [ist]. Bisher hat sich deren Digitalisierung oft auf den Schriftverkehr und die Form der Datenhaltung beschränkt. Digitalisierung war bisher hauptsächlich eine Art des Archivierens und nicht so sehr das Arbeiten miteinander. Ich glaube das kommt jetzt langsam.“

Tabelle 7 Ergebnisse der Interviews zu den Herausforderungen in der BIM-Implementierung und Anwendung. In Klammern ist angeführt von welchem Interviewpartner sie genannt wurden.

---

### **Herausforderungen BIM in der Abwasserwirtschaft**

---

#### **Umstellung von Prozessen**

- Neue Arbeitsmethode für AuftraggeberInnen und AuftragnehmerInnen [IP1, IP2, IP3, IP4]
  - Ingenieurbüros gehen momentan noch in Vorleistung [IP1, IP2, IP3]
  - Klare Definitionen von Lasten und Pflichten (AIA und BAP spezifisch für die Siedlungswasserwirtschaft fehlen) [IP1, IP2, IP3]
  - SubunternehmerInnen, ZuliefererInnen und FachplanerInnen müssen neue Arbeitsmethode akzeptieren [IP2, IP3]
- 

#### **Arbeiten mit dem Modell**

- Abwasserbranchenspezifische Objektkataloge sind noch nicht frei verfügbar [IP2, IP3, IP4]
  - Aufwand für Planableitung in 2D [IP2, IP3]
  - Fragestellungen zu Datenverwaltung und –austausch
  - Organisation offener und geschlossener Formate [IP2, IP3]
  - Begrenzte Rechenleistung
- 

#### **Volle BIM Potenziale in Siedlungswasserwirtschaft noch nicht umsetzbar**

- Modellbasierte Ausschreibungen in der Abwasserwirtschaft kaum umgesetzt [IP2, IP3]
  - Fehlen von standardisierten Leistungsbeschreibungen für automatisierte Ausschreibungen [IP2, IP3, IP4, IP5]
  - BIM Potential für den Betrieb in der Abwasserwirtschaft noch nicht ausgeschöpft
- 

#### **Datenqualität**

- Fehlerhafte Bestandspläne und unterschiedliche Datenqualität [IP1, IP3, IP4, IP6]
  - Fehlende konsequente Nachführung der Datenbanken [IP1, IP2, IP3, IP4, IP6]
  - Dezentrale Datenerfassung von Einbauten anderer LeistungsträgerInnen [IP3, IP4, IP5]
- 

#### **Rolle der Politik**

- Bei politischen Entscheidungen stehen oft Investitionskosten im Vordergrund [IP2, IP3]
  - Verantwortlichkeit des Staates für den Weg zu einer digitalisierten Abwasserwirtschaft noch nicht ausreichend geklärt
  - Abwasserwirtschaft oft nicht im Fokus der Politik
  - Abhängigkeit von politischen Entscheidungen [IP2, IP3]
-

## 5.2.1 Umstellung von Prozessen

### 5.2.1.1 Neue Arbeitsmethode

Die Ergebnisse zeigen, dass die Abwasserwirtschaft bei der Implementierung und Verwendung von BIM ähnlichen Problemen gegenübersteht, wie sie auch bereits in Fallstudien für Projekte in anderen Bereichen der Baubranche thematisiert werden. Der anfängliche Mehraufwand intensiviert sich bei der Anwendung in der Abwasserbranche momentan jedoch noch zusätzlich, da für abwasserbranchenspezifische Bauwerke und Anlagenteile IFC-Datenstrukturen erweitert oder BIM-Objekte erstellt werden müssen (Nessier,2022). Es kann momentan nur sehr begrenzt auf die Erfahrung aus bestehenden Projekten zurückgegriffen werden. MitarbeiterInnen haben meist noch nicht die notwendigen Vorkenntnisse und müssen sich in die Anwendung von BIM-Software einarbeiten. Das bedeutet für den Einstieg neben einem zeitlichen und monetären Mehraufwand auch ein Risiko für AuftragnehmerInnen Projekte nicht fristgerecht oder ohne Gewinn abzuschließen (Brink, 2021).

Schröder (2022) berichtet aus eigener Erfahrung, dass das Einarbeiten in Softwarepakete für BIM-Anwendungen in seinem Unternehmen zunächst sehr aufwändig war. Entscheidet sich ein Unternehmen für die Planung mit der BIM-Methode muss es im ersten Schritt passende Software evaluieren und seine MitarbeiterInnen in die entsprechenden Programme einschulen lassen. Dabei spielt auch das Thema Anwenderakzeptanz eine Rolle. Laut Schröder (2022) gehen Unternehmen, die momentan in der Abwasserwirtschaft mit BIM arbeiten in Vorleistung. Das heißt für die Unternehmen entsteht ein Mehrbetrag, den sie nicht vergütet bekommen. Einen monetären Mehrwert für die Firmen selbst erwartet Schröder erst in einigen Jahren.

AuftraggeberInnen werden aber eine Umstellung auf die BIM-Methode nur forcieren, wenn sich zumindest langfristig ein Mehrwert im Vergleich zur konventionellen Projektabwicklung zeigt (Höller, 2022). Hierfür müssen nach Brink (2021) die Kommunen und Verbände evaluieren welche Anwendungsfälle für sie relevant sind und inwiefern diese einen entsprechenden Mehrwert generieren.

Auf die Frage ob BIM momentan nur ein Thema für große Kommunen und Verbände ist antwortete Höller (2022): *„Natürlich werden die beginnen, die es sich leisten können, weil sie größer und wirtschaftsfähiger sind und jene vielleicht auch zu Beginn sehen, dass der Umfang Ihrer eigenen Tätigkeit einfach die Potentiale bietet, dass man mit solchen Digitalisierungsformen/Prozessoptimierungen irgendwo ein Einsparungspotential hat. [...] Gerade in der öffentlichen Verwaltung kann das Geld dann in sinnvollere Bereiche investiert werden. Sobald sich das über die gesamte Kette integriert hat, das heißt auch viele Planer[Innen] das können, werden auch viele kleine beginnen das zu tun. Zumindest wenn es einfach eine Methode ist, die sich durchsetzt und sich bewährt. Aber beginnen werden die Großen, da die auch das größte Potential haben.“*

### 5.2.1.2 Definition von Lasten und Pflichten

Nach Brink (2021) müssen Prozesse seitens aller Beteiligten umgestellt werden. Für AuftraggeberInnen bedeutet die Umstellung auf BIM auch, dass Sie ihre Anforderungen früher und viel konkreter formulieren müssen. Für die erfolgreiche Umsetzung von BIM in Projekten ist diese frühzeitige Definition der Anforderungen zentral. Je früher und genauer sie klar definiert sind, desto besser unterstützt die Methode dabei, die Anforderungen auch zu erfüllen. So generiert BIM klare Mehrwerte über den Lebenszyklus von Projekten (Schröder, 2022).

ProtagonistInnen der Siedlungswasserwirtschaft, die bereits mit der BIM-Methode arbeiten, beschäftigt aktuell unter anderem die Entwicklung von auf die Siedlungswasserwirtschaft abgestimmten Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) und einem entsprechenden BIM Abwicklungsplan (BAP). AIA und BAP helfen AuftraggeberInnen dabei, ihren Projektanforderungen frühzeitig klare Form zu geben. Das Problem ist, dass sich momentan vorhandene AIAs und BAPs insbesondere auf Projekte im Hochbau beziehen und nicht passend für die Wasserwirtschaft sind (Schröder, 2022).

Nessier (2022) leitet die VSA-Arbeitsgruppe, die sich in der Schweiz mit der Entwicklung eines spezifischen AIA für die digitale ARA-Planung beschäftigt. *„Der Leitfaden soll für Bauherrschaft, Planer[Innen] und Unternehmer[Innen] ein gemeinsames Verständnis schaffen. Dadurch haben alle dasselbe Verständnis. Die VSA-Arbeitsgruppe soll gemeinsam ein Gefäß bilden, damit wir Ausschreibungen standardisieren können, dies geschieht mit dem AIA. Das heißt, was gehört in der digitalen Planung als Grundleistung dazu und was sind mögliche Zusatzleistungen? Dass das bei jedem Projekt neu definiert wird, ist nicht zielführend.“* berichtet Nessier (2022) über das Vorhaben. Es bedarf solcher, auf die Siedlungswasserwirtschaft abgestimmte, Dokumente, um Orientierungshilfen für AuftraggeberInnen und AuftragnehmerInnen zu bieten.

Es gibt die Notwendigkeit für gewisse Regelwerke, das bestätigt auch Schröder (2022) und beschreibt wie folgt: *„In den neunziger Jahren hieß es, dass alles überreguliert sei und Regelwerke abgeschafft werden sollten. Wir haben allerdings eine gute Infrastruktur im DACH-Gebiet, weil wir gute Regelwerke haben. Jetzt wird in der ‚BIM-Welt‘ nach Regelwerken gerufen!“* In diesem Zusammenhang aber merkt Nessier (2022) an, dass BauherrInnen auch bei konventionell ausgeführten Projekten gewisse Normen und Abläufe nicht kennen (müssen). Das ist somit nicht zwangsläufig ein Hemmnis für die BauherrInnen ein Projekt mit der BIM-Methode abzuwickeln.

Branchenspezifische AIAs und BAPs könnten nichtsdestotrotz den Einstieg in das Thema BIM und für alle Projektbeteiligten einen strukturierteren Rahmen für zukünftige Projekte bieten.

### **5.2.2 Arbeiten mit dem Modell**

#### **5.2.2.1 Abwasserbranchenspezifische Objektkataloge**

Die Effizienz der Erstellung eines BIM-Modells hängt sehr stark davon ab, wie umfangreich ein entsprechender bestehender Katalog von BIM-Objekten (zum Beispiel Rohre, Schieber, Pumpen, etc.) ist (Höller, 2022). Nach Schröder (2022) stehen den KonstrukteurInnen im Hochbau fertige Objektkataloge zur Verfügung. Spezielle, frei verfügbare Objektkataloge für die Abwasserwirtschaft gibt es jedoch noch nicht. Hier fehlt es an einer systematischen Erstellung solcher Kataloge. Teilweise können hier bereits Aggregate aus bestehenden Branchen genutzt werden (zum Beispiel technische Gebäudeausrüstung), viele Objekte müssen jedoch von den KonstrukteurInnen in einer Firma spezifisch erstellt werden. Die individuelle Erarbeitung solcher Objektkatalogen bedeutet für die Unternehmen momentan einen nicht unerheblichen zeitlichen und monetären Mehraufwand. Nessier (2022) sagt zur Entwicklung von spezifischen Objekten: *„In den Revit-Familien [Objektkatalogen] ist viel Know-how drin. Zum Beispiel bei unseren intelligenten Objekten: Wenn wir zum Beispiel einen [magnetisch-induktiven Durchflussmesser] MID auf einer Leitung platzieren, generiert es die Zulauf- und Auslaufstrecken mit Verjüngung automatisch. Bei einem Schieber lassen sich Pneumat-, motorisiert oder Handschieber wechseln, ohne ein neues Produkt einzusetzen. Auch beim Ändern vom Leitungsdurchmesser verändert*

*sich der Schieber in die korrekte Größe. Bei der Entwicklung haben wir viel Zeit und Geld investiert und uns daher lange Zeit gesträubt diese Vorinvestitionen allen zugänglich zu machen.“*

Unternehmen scheuen in der Siedlungswasserwirtschaft momentan solches Know-how kostenfrei weiterzugeben. *„Wer denkt, er könnte seine Objekte schützen, ist auf dem Holzweg. Schon allein, wenn wir BIM Projekte abwickeln, wollen unsere Kunden komplett offene Pläne. Das heißt, die Objekte liefern wir ihnen mit. Ich würde sagen, jetzt am Anfang sind die Objekte noch etwas wert. Wir haben in unseren Arbeitsgruppen teilweise einen offenen Austausch der Objekte, auch mit KonkurrentInnen, forciert. Wir sehen da nur einen zeitlichen Know-how Vorsprung, der irgendwann aufgezehrt ist“* (Schröder, 2022).

Dass entsprechende BIM-Objekte momentan noch nicht kostenfrei zur Verfügung gestellt werden und Büros nicht frei darauf zugreifen können hindert einige Büros sicher daran erste Schritte mit BIM zu wagen.

### 5.2.2.2 Planableitung

Da die BIM-Methode in Projekten oft noch nicht homogen umgesetzt wird, ist es momentan in der Abwasserwirtschaft oft notwendig, bei ZuliefererInnen oder einzelnen FachplanerInnen konventionelle 2D-Pläne zu übermitteln. Schröder (2022) beschreibt die Problematik wie folgt: *„Bei der momentanen Lage können sich die Anbieter[Innen von Anlagenteilen] Projekte quasi aussuchen. Wenn wir hier momentan zu viele Hürden aufbauen, bieten diejenigen einfach nicht an. Deswegen ist im Moment für mich bei den Projekten eigentlich immer zu erkennen, dass es eine Gratwanderung ist, wann man wieder in 2D migriert.“*

Die Planableitung ist laut Nessier (2022) nach wie vor mit einem Restaufwand durch Bemaßung und Beschriftung verbunden, damit war bei der Umstellung auf BIM zunächst nicht zu rechnen.

Jedoch merkt Nessier (2022) auch folgendes an: *„Ob Pläne in der Zukunft notwendig sind, wird sich zeigen. Im Modell sind alle Informationen vorhanden, welche für die Planung notwendig sind. [...] Bei der Kläranlage Zürich arbeiten wir mit dem Baumeister papierlos. Das funktioniert gut. [...] Wir haben keine Schnitte erstellt, weil im Modell jede Person die Ansichten legen kann, wie sie will. Das funktioniert gut. Obwohl es ein Pilotprojekt ist, ist man im Zeitplan. Man hat keine Verzögerungen, obwohl man anfangs viele Diskussionen hatte. Der Bauablauf ist gewährleistet und es funktioniert.“*

## 5.2.3 Volle BIM Potenziale in Siedlungswasserwirtschaft noch nicht umsetzbar

### 5.2.3.1 Modellbasierte Ausschreibungen in der Abwasserwirtschaft kaum umgesetzt

Ausschreibungen werden laut der Experten trotz der Umstellung auf BIM zum Großteil nach wie vor konventionell abgewickelt. Schröder (2022) berichtet, dass Massen zwar aus dem Modell abgeleitet werden können, für eine automatisierte Ausschreibung jedoch eine klare Datensatzzuordnung zu entsprechenden Standardleistungsbüchern nötig wären.

Durch eine modellbasierte Ausschreibung besteht ein Einsparungspotential, da circa 80 Prozent der Leistungen bei Kläranlagenprojekten Standardpositionen beinhalten und nur circa 20 Prozent anlagensoezifisch ausgeschrieben werden müssten (Schröder, 2022).

Höller (2022) betont hierbei auch einen Mehrwert für Kanalnetzerweiterungen: *„Im klassischen Kanalbau, bei dem ich Haltungen und Schächte habe, ist der Freiheitsgrad der zur Verfügung stehenden Materialien gering. Da kann ich mir eine automatisierte Leistungsverzeichnis-erstellung in den nächsten fünf Jahren durchaus vorstellen.“*

Hierbei könnte auch für den klassischen Kanalbau ein Mehrwert entstehen, da trotz geringer Komplexität der Projekte und wenigen Projektbeteiligten eine automatisierte Ausschreibung Kosten einsparen könnte (Höller, 2022).

Brunecker (2022) weist daraufhin, dass in der österreichischen Wasserwirtschaft bereits weitgehend konsequent nach einem Standardleistungsbuch ausgeschrieben wird. Das sieht er als großen Vorteil gegenüber Deutschland. Dort gebe es zwar entsprechende Standardleistungsbeschreibungen, jedoch werden sie noch nicht konsequent angewendet (Brunecker, 2022).

### 5.2.3.2 BIM-Potential für den Betrieb wird in der Abwasserwirtschaft noch nicht ausgeschöpft

Laut dem Merkblatt DWA-M 860-1 (2022) stellt die Betriebsphase einerseits die längste Phase eines Bauwerks dar, und birgt andererseits das größte Nutzungspotential für ein, mit der BIM-Methode erstelltes, Bauwerksmodell.

Die Interviews zeigten, dass die BIM-Methode in der Abwasserwirtschaft jedoch momentan eher nur für die Planungs- und Bauphase verwendet wird.

Münch (2022) bemerkt hierzu allgemein: *„Es wird viel Geld in die Planung und Errichtung investiert. In der Instandhaltung kümmert man sich dann nicht mehr darum. Obwohl Instandhaltung und Wartung eigentlich der größere Abschnitt von diesen Bauwerken sind. Hauptaugenmerk liegt allerdings meistens auf dem Planen und Bauen. Hierbei gehen wichtige Informationen leider verloren.“*

Schröder (2022) betont, dass für die BetreiberInnen insbesondere der Digitale Zwilling für den Betrieb von Interesse ist. Dennoch stellt unter anderem Nessier (2022) fest, dass der Nutzen für den Betrieb momentan in der Projektierungsphase nicht berücksichtigt wird. Das liegt laut Nessier (2022) insbesondere daran, dass es diesbezüglich keine klaren Vorgaben seitens der BetreiberInnen gibt.

Schröder (2022) beschreibt die momentane Problematik wie folgt: *„Zudem kommen Kunden mit Ansprüchen z.B. durch die Formulierungen in den AIA, die teilweise (noch nicht) zu erfüllen sind. Die Umsetzung der BIM-Methodik wird in der Implementierungsphase für jedes Unternehmen Aufwand ohne Erlöse erzeugen. Für Betreiber wird sich dieser Aufwand aber im Lebenszyklus schnell amortisieren. Wie allerdings vorstehend schon erwähnt: Lebenszykluskosten werden oft nicht beachtet.“*

## 5.2.4 Datenqualität

### 5.2.4.1 Fehlerhafte Bestandspläne und unterschiedliche Datenqualität

Projekte in der Abwasserwirtschaft werden zum Großteil in bestehender Infrastruktur geplant. Alle Interviewpartner betonten, dass die Qualität und Vollständigkeit von Bestandsplänen dieser Abwasserinfrastruktur teilweise mangelhaft sind. Das tangiere in weiterer Folge sowohl Übertragungen in das Leitungsinformationssysteme als auch das Nachmodellieren für BIM-Projekte (Schröder, 2022). Münch (2022) berichtet, dass Bestandspläne erst nach langer Zeit an den Verband übermittelt werden und hierbei teilweise die Frage ist wie vollständig diese Unterlagen dann sind, die in weiterer Folge in das Leitungsinformationssystem eingepflegt werden. Hierbei bedarf es laut Münch (2022) eines standardisierten Prozesses.

Allgemein ist die oft schlechte Dokumentationen von verbauter Infrastruktur im Untergrund momentan ein Kernthema (Schröder, 2022). Hierbei muss sich in Zukunft mehr mit der Bestanderfassung beschäftigt werden. Dieses Problem erschwert auch die Erstellung eines Modells für die verbaute Infrastruktur, da die Verlegetiefe für gewisse Leitungen nicht bekannt ist (Schröder, 2022). Nessier (2022) schildert das Problem wie folgt: *„Alles, was im Boden ist, ist mit BIM heikel, weil die Höhe oft unbekannt ist. Wenn wir ein Modell abbilden, geben wir vielleicht sogar eine falsche Genauigkeit vor. [...] Wenn einfach sämtliche Werkleitungen keine Höhen haben und wir dann Annahmen für das Modell treffen, könnte das zu Problemen führen.“*

Das kann auch Schröder (2022) bestätigen und weist daraufhin, dass zwar viele leitungsbezogene Daten vorhanden sind, aber die genauen geografischen Daten oftmals fehlen.

Schröder (2022) bringt in Bezug auf die Erfassung von neuerlegten Kanalhaltungen folgende Idee ein: *„Es wäre zum Beispiel mit geringen Kosten verbunden, wenn man bei Bauarbeiten im offenen Graben die Einbauten mit Drohnen befliegen lassen oder mit Laserscan aufnehmen würde. Auch wenn die damit entstehende Punktwolke momentan noch gar nicht verwendet wird; in 10-15 Jahren, wenn man flächendeckend und umfassend in das Thema digitaler Zwilling eingestiegen ist, sind diese Daten vorhanden und können für die 3D-Modellierung des Bestandes verwendet werden.“*

Auch für die Nachmodellierung von Sonderbauwerken stehen teilweise wenige detaillierte Ausführungsinformationen zur Verfügung. Höller (2022) berichtet aus seiner Erfahrung im ZuSoBAR- Projekt wie folgt: *„Nur muss man bei vielen Sonderbauwerken irgendwann so ehrlich sein und sagen, die Informationen am Modell zu erstellen liefert eigentlich wenig Mehrwert. Das Problem ist zum Beispiel das wir keine Informationen über die Dicke der Wände haben – wir haben dann die Dicke aus den Ausführungsplänen genommen. [...] Die Methode an sich ändert an den zur Verfügung stehenden Daten erstmal nichts, das ist eine Problematik, die wir mit Sicherheit erkannt haben.“*

### 5.2.4.2 Nachführung der Datenbanken

In Leitungsinformationssystemen werden bereits heute viele leitungsbezogene Daten gespeichert. Diese Informationen dienen in weiterer Folge beispielsweise als Grundlage für die Planung von Netzerweiterungen und Sanierungen. Die Experten schildern in den Interviews jedoch immer wieder das Problem, dass nach einmaliger Bestandserfassung und Erstellung einer Datenbank die Datenbestände nicht konsequent fortgeschrieben werden.

Schröder (2022) betont, dass Datenbanken oder Digitale Zwillinge bei fehlender Aktualisierung mit der Zeit ihren Wert verlieren und ein großer Mehraufwand bei der Nachbearbeitung entsteht. Er ergänzt, dass Investitionen in das Datenmanagement essenziell sein werden. Das gilt sowohl für die Verwaltung von konventionellen Haltungsdatensätzen als auch für das Datenmanagement im BIM-Prozess.

Nessier (2022) erwartet außerdem, dass seitens der AuftraggeberInnen auch mit BIM nicht automatisch neue Motivation entstehen wird, die Modelle im Betrieb konsequent fortzuschreiben; immerhin haben solche Ambitionen bereits bei Verwendung von konventionellen Leitungsdatenbanken gefehlt. Nessier (2022) schätzt, es sind nur etwa zehn Prozent seiner KundInnen, die eine jährliche Aktualisierung ihrer Daten veranlassen.

### 5.2.4.3 Dezentrale Datenerfassung

Nach May (2022) ist bei Sanierungsarbeiten ein gesamtheitlicher Blick auf die verbaute Leitungsinfrastruktur im Straßenabschnitt für die Verantwortlichen meist nicht möglich. Höller (2022) berichtet aus seinem Arbeitsalltag, dass es durch die dezentrale Datenhaltung der einzelnen LeitungsträgerInnen nötig ist, für Sanierungsarbeiten Informationen von den entsprechenden LeitungsträgerInnen einzuholen. Nur so ist festzustellen, wo und welche Leitungen im Projektbereich außer der Kanalhaltungen noch verbaut sind. Diese Einbautenerhebung ist oftmals mit einem erheblichen zeitlichen Aufwand verbunden. Ein möglicher Ansatz zur Effizienzsteigerung könnte eine Vernetzung der vorhandenen Infrastrukturdaten sein (May, 2022).

Brunecker (2022) schildert aus seiner Erfahrung wie folgt: *„Wenn wir wirklich diese grafischen Schnittstellen hätten, wäre das schon smart. Es gibt immer wieder Fälle, in denen wir bei unserem Einsatz feststellen, dass der Bereich vor kurzem offen war und man die Rohre einfach kostengünstiger [hätte austauschen] können.“*

### 5.2.5 Politische Entscheidungen

Inwiefern Maßnahmen und Bauvorhaben in der Abwasserwirtschaft realisiert werden und welches Budget hierfür vorgesehen wird, hängt oft von politischen Entscheidungen ab. In der Regel sind Kommunen und Abwasserverbände für die Beauftragung der Kanalinfrastruktur zuständig.

Die Interviewreihe hebt hervor, dass bei diesen Entscheidungen das Hauptaugenmerk meist ausschließlich auf die Investitionskosten gelegt wird. Schröder (2022) stellt hierbei folgendes fest: *„Nur die Jahreskosten einer Anlage sind von Bedeutung. Seit Jahrzehnten oder besser schon immer sprechen wir von Jahreskosten bzw. Lebenszykluskosten, die ja auch Basis einer Gebührenberechnung sind. Aber selbst bei großen Betreibern stehen oft Investitionskosten oder Investitionskostenobergrenzen im Fokus, obwohl eigentlich alle wissen oder wissen sollten, dass nur die Jahreskosten von Bedeutung sind.“*

Gründe hierfür sieht Nessier (2022) einerseits in der Tatsache, dass zunächst die Investitionskosten argumentiert und genehmigt werden müssen. Die Betriebskosten ergeben sich dann in weiterer Folge. Zudem werden VolksvertreterInnen nur für eine gewisse Periode gewählt und daher sind teilweise langfristige Einsparungen beim Entscheidungsprozess nicht relevant.

Schröder (2022) merkt jedoch an, dass statt den Investitionskosten die laufenden Kosten im Betrieb die Abwassergebühren bestimmen. Er plädiert hierbei auf ein Umdenken.

Abwassertechnische Infrastruktur ist in den meisten Fällen nicht in Besitz des Bundes und demnach gelten beispielsweise für Kläranlagenprojekte die vom Bund teilweise bereits gesetzten oder geplanten Verpflichtungen zur Verwendung von BIM bei bundesnahen Infrastrukturprojekten nicht (Nessier, 2022). Es ist also nicht zu erwarten, dass Gemeinden und Verbände die BIM-Methode für Ihre Projekte in der Siedlungswasserwirtschaft fordern werden, solange sie selbst nicht dazu verpflichtet sind (Nessier, 2022).

Brunecker (2022) plädiert für eine staatliche Vorgabe für AbwassernetzbetreiberInnen, um die Digitalisierung weiter voranzutreiben und das signifikante Einsparungspotential von BIM im Betrieb einer Anlage nutzen zu können.

Münch (2022) weist wie folgt auf Probleme bei der Umstellung von Standards hin: *„Bei der Umstellung auf den EN-Code (Bauzustandskataloge) hat sich auch gezeigt, dass das nicht so*

*einfach ist. Das Thema war, dass die Kamerahersteller[Innen] erstmal ein System entwickeln mussten, mit dem man gewisse Unterscheidungen vornehmen konnte. Da ist man jedoch unter Zugzwang gestanden. Ich hatte einerseits meine Kamerasysteme bereits vor Ort und der Umstieg auf die EN-Norm musste relativ schnell erfolgen.“*

Natürlich gibt es Vorteile in gesetzten BIM-Verpflichtungen, wie sie zum Beispiel bereits in Großbritannien umgesetzt wurden, merkt Brink (2021) an. Er sieht hierbei jedoch auch einen Nachteil und beschreibt diesen wie folgt: *“But the bit fault of that is that you focus too much on the rules and regulations instead of the innovation-journey. You get more in[to] a compliancy-mode than in[to] an innovation-mode.“*

Brink (2022) sieht diesbezüglich den Staat eher in der Verpflichtung, Hemmnisse abzubauen und Firmen die Möglichkeit zu bieten, neue Ansätze auszuprobieren. Hierbei schlägt er beispielsweise Benchmarking, das Teilen von Best-Practices in der Wasserwirtschaft und das Organisieren von Workshops und Veranstaltungen zum Thema BIM und Digitalisierung vor. Ziel sollte es hierbei sein, Büros mit unterschiedlichen Entwicklungsständen bei der Digitalisierung zu erreichen und nicht nur MarktführerInnen für die Anwendung der BIM-Methode zu motivieren. Auch kleinere Unternehmen sollten einbezogen sein. Brink (2021) betont, dass es im Sinne des Staates sein sollte Veränderungen in der gesamten Branche herbeizuführen, ohne dass sich hierdurch Nachteile für kleinere Unternehmen ergeben.

Die Interviewpartner merken in diesem Zusammenhang an, dass auch entsprechende staatliche Förderungen ein nützliches Werkzeug sein können. Förderungen sind nach Höller (2022) auch in der Vergangenheit ein bewehrter Weg gewesen neue Entwicklungen voranzutreiben. Als Beispiel nennt er die Erstellung von Leitungsinformationssystemen.

Schlussendlich fasst Brunecker (2022) den Sachverhalt wie folgt zusammen: *„Der Politik sind in dem Sinne vielleicht die Abwasserkanäle nicht so wichtig. Hier sind eher Bushaltestellen, Kitas oder Schulen interessant. Wie es jetzt im Kanalnetz aussieht, haben die meisten Politiker[Innen] eher nicht im Blick. Das spielt sich über [die Werksleitenden] ab und [die sind] dann mehr an den Betriebskosten interessiert als an den Investitionskosten.“*

Brunecker (2022) beobachtet zudem, dass die Abwasserinfrastruktur erst in den Fokus politischer Entscheidungen tritt, wenn die Anlagen zum Beispiel aufgrund von Extremwetterereignissen an Ihre Grenzen stoßen. Münch (2022) stellt hierzu fest, dass Innovationen in der Abwasserwirtschaft, auch aufgrund von Einsparungen, teilweise nicht forciert werden. Nach Nessier (2022) ist dieses Phänomen insbesondere in kleineren Gemeinden zu beobachten. Größere Städte haben laut ihm sehr wohl ein noch größeres Interesse an einem funktionierenden Abwassersystem.

### **5.3 Chancen bei der Einführung und Umsetzung von BIM in der Abwasserwirtschaft**

Neben den Herausforderungen die momentan bei der Implementierung und Anwendung von BIM in der Abwasserwirtschaft bestehen, lassen sich nach Aussagen der Befragten jedoch auch bereits wesentliche Chancen erkennen. Tabelle 8 fasst die Aussagen der Befragten zusammen.

Tabelle 8 Ergebnisse der geführten Interviews in Bezug auf Chancen in der Anwendung von BIM. In Klammern ist angeführt welche Interviewpartner die Herausforderung angesprochen haben.

---

### **Chancen BIM in der Abwasserwirtschaft**

---

#### **Modellbasierte Visualisierung**

- Überzeugungsarbeit durch Visualisierung [IP1, IP2, IP3, IP5, IP6]
  - Veranschaulichung von Bauabläufen [IP2, IP3]
  - As-Built Modell für Schulungszwecke und Weitergabe von subjektivem Wissen [IP1, IP3, IP6]
  - Modellbasierte Kollisionsprüfung [IP2, IP3, IP4]
- 

#### **Zukünftiger Wettbewerbsvorteil**

- Großer Wissensvorsprung [IP2, IP3, IP4]
  - Neue Prozesse in Zukunft bereits eingespielt [IP1, IP2, IP3]
  - Außenwirkung des Unternehmens [IP2, IP3]
  - Attraktivität für neues Personal [IP1, IP2, IP3]
- 

#### **Transparenz und Datenmanagement**

- Änderungen im Projekt sind nachvollziehbar [IP2, IP3,
  - Kollaboration und Koordination einzelner Gewerke [IP2, IP4]
  - Modellbasierte Massenermittlung [IP2, IP3, IP4]
  - Konsistente Übernahme von Änderungen im Modell [IP2, IP3,]
  - Standardisierung von Datenübermittlung [IP1, IP2, IP3, IP4]
- 

#### **Sammlung relevanter Daten für den gesamten Lebenszyklus einer Anlage**

- Grundlage für Digitalen Zwilling [IP1, IP2, IP5, IP6]
  - Daten aus der Planung in den Betrieb [IP3, IP4]
  - Planung auf Basis aktueller Daten aus dem Betrieb [IP3]
  - Digitale Planung / Umsetzung von Varianten vor Entscheidungen [IP2, IP3]
- 

### **5.3.1 Modellbasierte Visualisierung**

#### **5.3.1.1 Überzeugungsarbeit durch Visualisierung**

Bei der Implementierung der BIM-Methodik und des damit verbundenen Nutzens eines grafischen Modells betonen die Interviewpartner den Mehrwert für die Überzeugungsarbeit mit EntscheidungsträgerInnen. Mit einem grafischen 3D-Modell kann das Bauvorhaben deutlich besser veranschaulicht werden. Schröder (2022) bestätigt, dass die Visualisierung ein wichtiger Treiber für Anwendung der BIM-Methode ist.

Für Laien wirken Projektpläne teils unübersichtlich und verwirrend. Durch ein Modell des Bauvorhabens bekommen EntscheidungsträgerInnen einen besseren Eindruck, wie das Bauwerk in Zukunft aussehen wird. Insbesondere in der Abwasserwirtschaft zeigt sich hier ein besonderer Mehrwert, da abwasserwirtschaftliche Anlagen oft sehr komplex sind. BauherrInnen, die Entscheidungen treffen wollen, haben mit der realistischen Darstellung in 3D eine bessere Grundlage.

### 5.3.1.2 Veranschaulichung von Bauabläufen

Bei der Erweiterung von Kläranlagen ist man oft der Herausforderung ausgesetzt die Anlage unter laufendem Betrieb umzubauen. Nessier (2022) berichtet hierzu aus seiner Erfahrung: *„Wir haben große ARA-Projekte durch Zusammenlegungen, die wir unter laufendem Betrieb umbauen müssen. Wie die Provisoriums-Planung ohne BIM-Methodik erfolgt wäre, können wir uns kaum vorstellen.“*

Durch die Visualisierung anhand eines Modells können komplexe Vorgänge demnach viel besser abgebildet werden und einzelne Bauphasen veranschaulicht werden.

Schröder (2022) merkt an, dass gewisse konkrete Bauabläufe auf der Baustelle nicht im Detail abgebildet werden können. Als Beispiel nennt er den Schweißprozess von Rohren neben dem Graben, anstatt einer in-situ Verschweißung. Nach Schröder (2022) können solche Prozesse bisher noch nicht ausreichend dargestellt werden.

### 5.3.1.3 As-Built Modell für Schulungszwecke und Weitergabe von subjektivem Wissen

Münch (2022) schildert aus seiner Sicht als Betreiber zusätzlich einen potenziellen Mehrwert für Schulungszwecke anhand eines as-built Modells: *„Zum Beispiel kann ich dann leichter mit einem Mitarbeiter[In] in Diskussion kommen. Man lernt, einen Plan zu lesen durch Schul- oder Universitätsausbildung, aber das kann ich natürlich bei einem angelernten Mitarbeiter[In], der vorher vielleicht mal Maler[In] oder etwas Ähnliches war, nicht voraussetzen. Vor allem bei großen Bauwerken mit unterschiedlichen Schnitten ist das teilweise schon etwas problematisch.“*

Durch ein as-built Modell und die verbesserte Speicherung relevanter Daten könnte laut Münch (2022) auch eine effektiver Informationsweitergabe bei anstehenden Pensionierungen im Betrieb gelingen. Das ist insbesondere in Anbetracht von komplexen Systemen in der Siedlungswasserwirtschaft relevant.

### 5.3.1.4 Verbesserte Kollaboration anhand des Beispiels modellbasierter Kollisionsprüfung

Ein weiterer Aspekt der BIM-Methode ist der kollaborative Ansatz in der Zusammenarbeit. Ein Beispiel im BIM - Planungsprozesses ist die modellbasierte Kollisionsprüfung. Hierbei werden geometrische Diskrepanzen zwischen den unterschiedlichen Teilmodellen überprüft und damit verbundene Problem bei der Ausführung bereits im Planungsprozess erkannt und vermieden. Nessier (2022) betont: *„Unsere Erfahrungen sind, dass wir Fehler früher im Modell erkennen und Lösungen erarbeiten können, bevor die Realisierung begonnen hat.“*

Eine Kollisionsprüfung ist jedoch nur ab einer gewissen Komplexität des Bauvorhabens und einer gewissen Anzahl an beteiligten Gewerken notwendig. Das ist nach Höller (2022) in der Abwasserwirtschaft insbesondere bei der Planung von Sonderbauwerken und Kläranlagen gegeben.

### 5.3.2 Zukünftiger Wettbewerbsvorteil

Neben dem in Kapitel 5.2 bereits erwähnten, nicht unerheblichen Mehraufwand, den das Einführen komplett neuer Arbeitsprozesse und das Einarbeiten in neue Software mit sich bringt, entstehen durch Unternehmen, die sich frühzeitig mit der BIM-Methodik auseinandersetzen Vorteile gegenüber MitbewerberInnen, die nach wie vor auf konventionelle Planungsmethoden setzen.

Schröder (2022) beschreibt die Umstellung auf BIM-Prozesse wie folgt: *„Ich kann nur sagen, dass es ein zeitlicher und finanzieller Aufwand war, dahin zu kommen, wo wir jetzt stehen. Aber wir sehen es als Marktvorsprung und gehen davon aus, dass diejenigen, die sich nicht frühzeitig damit beschäftigen, große Probleme bekommen werden. Das ist anders als bei der Einführung von CAD – da konnte man abwarten und war innerhalb von kurzer Zeit einigermaßen im Workflow. Bei BIM ist das anders. Es benötigt viel Zeit und Geld, bis Sie das Know-How im Unternehmen bzw. bei ihren Mitarbeitenden implementiert haben.“*

Büros, die sich bereits jetzt mit der neuen Arbeitsmethode beschäftigen, können in Zukunft auf Anforderungen seitens AuftraggeberInnen oder auf staatliche Vorgaben schneller reagieren und haben Ihre Arbeitsprozesse bereits umgestellt und somit einen Vorteil gegenüber MitbewerberInnen. Dies bedeutet momentan jedoch nach Schröder (2022) noch einen nicht unerheblichen monetären Mehraufwand, der nicht vergütet wird. Schröder (2022) betont jedoch, dass sich in der Firmengeschichte seines Büros Tuttahs & Meyer die frühzeitige Auseinandersetzung mit neuen Technologien immer wieder bezahlt gemacht hat.

Die Verwendung neuer Software und innovativen Arbeitsmethoden macht laut Nessier (2022) ein Unternehmen auch für potenzielle neue MitarbeiterInnen attraktiver und signalisiert eine gewisse Fortschrittlichkeit. *„Das volle Potential von BIM wird ausgeschöpft, wenn alle Projektbeteiligten diese Veränderung mittragen.“* (Nessier, 2022)

### 5.3.3 Transparenz und Datenmanagement

#### 5.3.3.1 Modellbasierte Massenermittlung

Beim Arbeiten mit dem BIM-Modell zeigt sich durch die modellbasierte Massenermittlung ein erheblicher Mehrwert. Höller (2022) beschreibt diesen Anwendungsfall als wesentlichen Vorteil im Vergleich zu konventionellen Planungsansätzen. Über die exportierten Massenauszüge kann in weiterer Folge eine exaktere Kalkulation durchgeführt werden. Das betrifft beispielsweise den Erdaushub in Bauvorhaben. Nessier (2022) merkt hierbei jedoch an: *„Die Massenermittlung ist genauer geworden, allerdings hat man zum Beispiel zu einem Kubikmeter Beton noch ganz viele andere Positionen, die man berücksichtigen muss. Da hilft das Modell nicht sehr viel. Die Preisentwicklung oder Lieferverzögerungen sind aktuell große Herausforderung, welche zahlreiche Nachträge auslösen. Bei Ausmaßen werden die Fehler bestimmt reduziert.“*

#### 5.3.3.2 Konsistente Übernahme von Änderungen im Modell

Ein Vorteil, den alle befragten Experten, die bereits mit BIM-Software gearbeitet haben, bestätigen können, ist die konsistente Übernahme von im Modell durchgeführten Änderungen in allen Plänen, Planausschnitten und Bauteillisten. Das vereinfacht Kollaboration und verschafft Transparenz im Projekt und zwischen den Beteiligten. Bei konventionellen Planungsmethoden kommt es immer wieder vor, dass Planänderungen nicht in alle Ansichten und Schnitte übertragen werden. Hierbei kann es in weiterer Folge aufgrund falscher Plangrundlagen zu

fehlerhaften Ausführungen auf der Baustelle kommen. Diese Fehlerquelle kann beim modellbasierten Planungsprozess vermieden werden. Kommt es zu Fehlern, werden diese im Modell ersichtlich und nicht erst wenn bereits gebaut wird. Hierdurch können Kosten eingespart werden.

### 5.3.3.3 Standardisierung von Datenübermittlung

Nach Brink (2022) rückt durch die Anwendung der BIM-Methode die Generierung, der Austausch und die Verwaltung von Daten und Informationen in den Mittelpunkt von Planungs- und Bauprozessen. Das erfordert jedoch zunächst eine Umstrukturierung von bestehenden Prozessen. Laut Nessier (2022) gehörte in seinen Projekten zunächst auch die Neuorganisation und Standardisierung der Datenübergabe von LieferantInnen dazu. Nessier (2022) beschreibt die Umstrukturierung wie folgt: *„Wir schreiben bei den Lieferanten jetzt mehr digital aus, auch was Informationen angeht. Es geht nicht nur um Geometrie, sondern auch um die Datenbeschaffung. [...] Die Lieferanten können Ihre internen Prozesse anpassen, damit Sie diese Daten automatisch liefern können oder es wird händisch eingegeben. Was wir nicht mehr haben wollen, sind Datenkataloge, in denen wir uns die entsprechenden Informationen selbst raussuchen müssen.“*

Durch AIA und BAP wird im BIM-Prozess genau geregelt, welche Daten gefordert sind und in welcher Form diese Daten an den BauherrInnen übermittelt werden müssen. Durch einen entsprechend standardisierten Datenaustausch-Prozess kann die Qualität der übermittelten Daten deutlich gesteigert werden. Die ist besonders für die Abwasserwirtschaft relevant, da die Bauwerke im Regelfall über eine Vielzahl von technischen Anlagen verfügen.

## 5.3.4 Sammlung relevanter Daten für den gesamten Lebenszyklus einer Anlage

### 5.3.4.1 Daten aus der Planung in den Betrieb

Schröder (2022) vermittelt im Interview, dass die Einbeziehung weiterer Attribute, beispielsweise in Bezug auf die Nachhaltigkeit, Abschreibungszeiträume oder Alterungsprozesse von Materialien und Anlagenteilen, einen großen Mehrwert bieten können. Hiermit könnten in weiterer Folge Berechnungen und Modellierungen durchgeführt werden.

Brunecker (2022) kann sich hierbei zudem durch die gesammelten Daten einen Mehrwert für Alterungsmodellierungen der Infrastruktur vorstellen. Somit könnte in Zukunft nachhaltiger evaluiert werden, ob ein Bauwerk oder Kanal erhaltungswürdig ist. Höller (2022) fasst den Mehrwert wie folgt zusammen: *„Ich glaube, wir müssen beginnen, diese BIM-Planungsmethoden dazu zu nutzen so viel Information wie möglich aus der Planung in den Betrieb mitzunehmen. Die Möglichkeit haben wir mittlerweile durch Austauschformate und vernünftige Modellerstellung und auch bei der Leitungsverlegung an sich spricht, glaube ich, nichts dagegen, dass man das soweit es geht, digitalisiert.“*

### 5.3.4.2 Grundlage für den Digitalen Zwilling im Betrieb

May (2022) vergleicht Ähnlichkeiten herkömmlicher GIS-Systeme zu Digitalen Zwillingen wie folgt: *„Das GIS-System ist eine Art von Digitalem Zwilling. Jedoch nur wenn es richtig gepflegt wird. Eine solche Datenbank aktuell zu halten, bedeutet einen großen Aufwand. Dadurch das hierbei zu wenig automatisiert wird, wird es auch stellenweise zu wenig gepflegt.“*

Die BIM-Methode bietet, neben den Vorteilen für die Planungs- und Ausführungsphase, auch einen erheblichen Mehrwert im Betrieb einer Anlage. Laut Schröder (2022) liegen 80 Prozent der Kosten einer wasserwirtschaftlichen Anlage in deren Betrieb. Schröder (2022) bezieht sich bei

den Einsparungen im Betrieb einer Anlage auf die veröffentlichten Zahlen der Europäischen Union. Demnach werden Einsparungen von bis zu 17 Prozent der Kosten im Betrieb erwartet.

Brink (2021), als Leiter der Digital Twins Working Group von buildingSMART International, konnte im Interview die Entwicklung und den Mehrwert eines Digitalen Zwillings für Infrastrukturbauten näher ausführen. Nach Brink (2021) ist unter anderem ein gut geführter BIM-Prozess in der Planungs- und Ausführungsphase, der einen effizienten Austausch und die Speicherung von Informationen über den gesamten Lebenszyklus forciert, eine wertvolle Grundlage zur Entwicklung eines digitalen Zwillings für den Betrieb. Brink (2021) beschreibt die Grundlage für die Entwicklung eines Digitalen Zwillings wie folgt: *“In practice, we see that it stops after design and construction. Digital Twins are kind of a next level what comes after BIM. That [BIM] information basis is a base for digital twins. Then you start to add other information, for example IoT-data or weather data. [...] That is one step more mature than a BIM-Model, because it adds static and dynamic data. Digital twins as a concept says much more about the physical and digital environment and how can I use both to understand what’s happening but also to make better-informed decisions.”*

Hierbei betont Brink (2021), dass für die Erstellung eines Digitalen Zwillings in der Abwasserwirtschaft nicht zwangsläufig ein 3D-Modell notwendig ist. Es kommt stets auf den spezifischen Anwendungsfall an. Bei der Evaluierung solcher Anwendungsfälle bzw. Use-Cases muss nach Brink (2021) nach einem Schema, wie in Abb.22 dargestellt, vorgegangen werden.

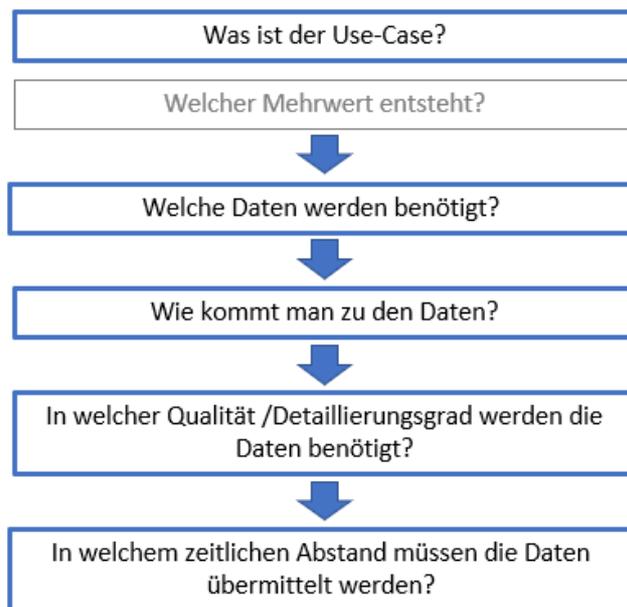


Abbildung 20 Eigene Darstellung zur Vorgehensweise bei der Evaluierung von Anwendungsfällen für den Digitalen Zwilling

## 6. Interpretation

Die Ergebnisse zeigen, dass bei der Einführung von BIM in der Abwasserwirtschaft momentan noch wesentliche Herausforderungen bestehen. Sie betreffen die Umstellung von Prozessen, das Arbeiten mit dem Modell, Datenverwaltung und Datenaustausch, Datenqualität, die Rolle der Politik in der digitalen Transformation und nicht zuletzt die noch fehlende Umsetzbarkeit aller BIM-Potentiale für die Siedlungswasserwirtschaft.

Diese Herausforderungen überwiegen oftmals noch den erhofften Mehrwert. Insbesondere größere Ingenieurbüros beginnen mittlerweile trotzdem die Methode in ausgewählten Projekten anzuwenden. Aus den Interviews geht jedoch hervor, dass die Unternehmen momentan noch in Vorleistung gehen. Eine Einführung in kleineren Unternehmen ist zum jetzigen Zeitpunkt daher aus rein wirtschaftlicher Sicht oft nicht denkbar. Die Rahmenwerke für die Abwicklung von BIM-Prozessen (zum Beispiel AIA und BAP) sind momentan noch nicht auf die Abwasserwirtschaft zugeschnitten. Ebenso kann für die branchenspezifischen Objekte zur Modellierung momentan auf kein frei verfügbares Repertoire zurückgegriffen werden. Bei der Nachmodellierung von bestehenden Bauwerken stoßen die Verantwortlichen oft aufgrund mangelhafter Qualität der Bestandsunterlagen an ihre Grenzen. Trotz erster BIM-Projekte in der Neuerrichtung und Erweiterung von Kläranlagen und Sonderbauwerken beschränkt sich die Anwendung meist auf die Planungs- und Ausführungsphase. Das Potential von BIM in der Betriebsphase wird in Projekten der Abwasserwirtschaft noch nicht ausgeschöpft. Welche Informationen für den Betrieb wichtig sind muss der Auftraggeber bzw. Betreiber definieren, hierzu fehlen oft konkrete Vorgaben.

### 6.1 BIM verändert die Projektabwicklung umfassend

Die Einführung von BIM verändert wesentlich die Art und Weise wie Projekte abgewickelt werden. Das bestätigen auch die Ergebnisse aus den geführten Interviews. Die Schulung von MitarbeiterInnen, die Anschaffung neuer Software und die grundlegende Umstellung von Arbeitsprozessen bedeutet zunächst einen monetären Mehraufwand und birgt zudem die Gefahr Projekte nicht in der gewünschten Qualität und im definierten Zeitraum abzuschließen.

Aber durch ein entsprechendes Change-Management kann ein besserer Übergang zu neuen Herangehensweisen geschaffen werden. Hier sollte auch auf die Erfahrungen aus anderen Branchen, die BIM bereits erfolgreich implementiert haben, zurückgegriffen werden. Zudem kann der branchenübergreifende Austausch bei Themen wie AnwenderInnen-Akzeptanz oder der Einbindung von Bauherren hilfreich sein.

Ob neue Technologien angenommen und gesammelte Daten genutzt werden hängt laut Manny et al. (2021) nicht nur von technologischen Gesichtspunkten ab, sondern ist zudem von den institutionellen und sozialen Rahmenbedingungen abhängig. Manny et al. (2021) untersuchten welche Faktoren Institutionen in der Schweiz daran hindern, Daten über das Abwassernetz auszuwerten und daraus einen Mehrwert zu generieren. (1) Das Fehlen einer Vision auf individueller Ebene, (2) das Fehlen von notwendigen Ressourcen und (3) eine mangelnde Digitalisierungskultur auf organisatorischer Ebene, sowie (4) administrative Fragmentierung auf der institutionellen Ebene können in diesem Fall dazu führen, dass gesammelte Daten nicht ausgewertet werden (Manny et al., 2021). Auch für die Einführung neuer Methoden und Prozesse in der Projektabwicklung und im Betrieb abwasserwirtschaftlicher Anlagen lassen sich diese Barrieren identifizieren.

Um dieser Herausforderung gegenüberzutreten ist die Organisation in Arbeitsgruppen und Netzwerken zum Austausch von Erfahrungen und der Diskussion über sinnvolle Ansätze notwendig. Im deutschsprachigen Raum beschäftigen sich hierzu Arbeitsgruppen der DWA und VSA bereits mit der Schaffung einer Grundlage für das Arbeiten mit BIM in der Siedlungswasserwirtschaft.

In der Interviewreihe von Kammerlander und Ladinig (2018) wurde bereits die Notwendigkeit von standardisierten Vertragswerken betreffend Projektanforderungen und Datenübermittlung spezifisch für die Siedlungswasserwirtschaft thematisiert. Die Interviewreihe der vorliegenden Arbeit zeigt nun, dass diesbezüglich mittlerweile erste Bestrebungen im deutschsprachigen Raum existieren. Die VSA-Arbeitsgruppe wird die AIA für die digitale ARA-Planung herausgeben. Die Merkblattrihe DWA-M 860 wird im dritten Teil um wasserwirtschaftsspezifische AIA ergänzt. AuftraggeberInnen und AuftragnehmerInnen werden in Zukunft in der Abwasserwirtschaft also auf Blaupausen für die Vertragsabwicklung in Ihren BIM-Projekten zurückgreifen können. Dies ist ein wesentlicher Schritt für die Etablierung der Methode in der Abwasserwirtschaft. Hiermit wird die Entscheidung BIM für ein Projekt zu verwenden für die AuftraggeberInnen, die meist nicht über die notwendigen Ressourcen und das Fachwissen verfügen, weitaus attraktiver.

Interoperabilität ist nach Edmondson et al. (2018) essenziell um Systeme in größere Systeme zu integrieren, Daten auszutauschen, mit den Daten zu arbeiten und die Systeme zu steuern bzw. zu optimieren. Um in Zukunft unterschiedliche Systeme in der Abwasserwirtschaft miteinander zu verknüpfen, wird die Verwendung offener Austauschformate, wie beispielsweise IFC, notwendig sein.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass sich die Branche dessen bewusst ist. Ein erster Schritt, um diese offensichtliche Lücke zu füllen, ist, sie aufzuzeigen.

## **6.2 Beteiligte der Abwasserwirtschaft stellen sich auf neue Projektabwicklung ein**

Gängige BIM-Austauschformate (zum Beispiel IFC) müssen entsprechend an die Bedürfnisse der Abwasserwirtschaft angepasst werden. Zudem müssen Projektbeteiligte diese Standards auch richtig anwenden. Das heißt die Beteiligten müssen die Bereitschaft haben es auch umzusetzen.

Die zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Arbeiten beschäftigen sich insbesondere mit der Erweiterung des IFC-Austauschformates um abwasserspezifische Inhalte. Hierbei steht die Entwicklung semantischer Modelle momentan im Fokus. Zudem gibt die Verwendung offener BIM-Austauschformate in Verbindung mit bereits etablierten GIS-Austauschformaten (zum Beispiel CityGML) neuen Auftrieb in der Entwicklung ganzheitlicher Infrastrukturinformationsmodelle. Offene Austauschformate und die zentrale Speicherung wichtiger Daten der verbauten Infrastruktur wird in Zukunft an Relevanz gewinnen.

Dass die Methode auf Dauer auch in der Abwasserwirtschaft ab einem gewissen Auftragsvolumen Standard sein wird, davon gehen Schröder (2022), Nessier (2022) und Höller (2022) aus. Um die Wettbewerbsfähigkeit nach wie vor gewährleisten zu können, werden in Zukunft auch kleinere Unternehmen animiert werden müssen sich mit der neuen Arbeitsmethode zu beschäftigen. Eine Vorschrift zur Verwendung von BIM ist momentan in anderen Branchen eher bei bundesnahen Projekten zu beobachten. Bei Projekten der abwasserwirtschaftlichen Infrastruktur zählen in den meisten Fällen Verbände und Kommunen zu den AuftraggeberInnen.

Die Projekte fallen somit in den meisten Fällen nicht in den Aufgabenbereich des Bundes. Eine verpflichtende Anwendung von BIM in der Branche wird in naher Zukunft dementsprechend nicht zu erwarten sein. Einer Regulation durch staatliche Vorgaben zu Verwendung von BIM (bottom-down) stehen die meisten Interviewpartner eher skeptisch gegenüber. Die Ergebnisse zeigen, dass der Staat Innovationen im Sektor durch den Abbau von Hemmnissen und durch die Schaffung eines innovationsfreundlichen Umfeldes bewirken kann.

Die These, dass die BIM-Methode von PlanerInnen nur verwendet werden wird, wenn der Auftraggeber es explizit verlangt, konnte in der vorliegenden Interviewreihe nicht bestätigt werden.

Die Firma Swietelsky-Faber nutzt ihren little closed BIM Ansatz auch bei Sanierungsprojekten, in denen AuftraggeberInnen das System nicht vorschreiben. Die Firma hat den Mehrwert durch eine gute Dokumentation, Organisation der Daten und eine lückenlose Kommunikation und Koordination mit AuftraggeberInnen erkannt.

Auch Hunziker Betatech entscheidet sich nach einigen BIM-Pilotprojekten laut Nessier (2022) mittlerweile oft dazu ab einem Auftragswert von über circa 1 Mio. CHF unabhängig von AuftraggeberInnen die BIM-Methodik anzuwenden. Die KonstrukteurInnen sind mittlerweile so in die Software eingearbeitet, dass es für das Unternehmen effizienter ist ein Projekt in dieser Form abzuwickeln. Unternehmen erkennen den Mehrwert und setzen trotz anfänglichem Mehraufwand die neu erlernten Methoden auch ohne extrinsischen Druck um. BIM wird somit von Unternehmen auch in kleineren Projekten als nützlich eingestuft. Sollten entsprechende BIM-Ansätze in Zukunft von staatlicher Seite vorgeschrieben werden hätten Unternehmen, die die Methode bereits anwenden einen Vorteil, da die Umstellung der Prozesse aufwändig ist.

### **6.3 Projektkosten verteilen sich anders im Projektlebenszyklus**

Aus den Interviews ging hervor, dass die Investitionskosten im Fokus politischer Entscheidungen in Bezug auf Projekte der Abwasserwirtschaft stehen. Das ist auf der einen Seite logisch, da die zunächst anfallenden Investitionskosten politisch argumentiert werden müssen. Auf der anderen Seite liegt der Großteil der Kosten, wie auch in anderen Branchen, im Betrieb einer Anlage. Aus den Betriebskosten ergeben sich beispielsweise auch in weiterer Folge die Kanalbenützungsgebühr. Mit BIM erhöhen sich die Projektkosten zunächst. Der Großteil der Einsparungen wird dann erst im Betrieb ersichtlich.

PlanerInnen fällt es in der Regel schwer, eine Erhöhung der Investitionskosten für eine zukünftige Einsparung im Betrieb zu argumentieren. Hier ist vielmehr ein Umdenken auf Seiten der EntscheidungsträgerInnen notwendig. Eine Transformation zur digitalen Planung liegt unter anderem aufgrund verbesserter Transparenz und langfristiger Kostensicherheit im Sinne der AuftraggeberInnen. Neben Regelung durch entsprechende Definition von Anforderungen an die Projektabwicklung seitens des Auftraggebers, sind auch staatliche Förderung ein probates Mittel, um Innovationen im Sektor voranzutreiben.

In Bezug auf die Siedlungswasserwirtschaft sollten kommunale Institutionen daran interessiert sein, Projekte möglichst wirtschaftlich abzuschließen, im Betrieb Kosten zu sparen, die bestehende Infrastruktur bestmöglich zu erhalten, eine adäquate Datengrundlage von Bauwerks- und Zustandsdaten aufzubauen und die entsprechenden Daten bestenfalls mit anderen Bereichen der Infrastruktur kombinierbar und austauschbar zu machen.

Durch Maßnahmen wie Förderungen für die Verwendung von BIM oder der konsequenten Nutzung von Informationssystemen, das Unterstützen von Forschungsprojekten oder die Organisation von Veranstaltungen zum Thema BIM und Digitalisierung kann auf staatlicher Ebene eine Digitale Transformation der Abwasserwirtschaft bekräftigt werden.

Es ist im Sinne des Staates, Unternehmen unterschiedlicher Entwicklungsstände in punkto Digitalisierung zu erreichen und nicht nur MarktführerInnen zur Anwendung neuer Methoden zu motivieren. Eine solche Veränderung muss auf lange Sicht die gesamte Branche betreffen. Es scheint wie ein Henne-Ei-Problem: Unternehmen warten auf politische Entscheidungen, während auch PolitikerInnen darauf warten, dass genügend Büros in punkto BIM wettbewerbsfähig werden, um die Projektabwicklung mit BIM zu verlangen ohne die Wettbewerbsfreiheit zu stören.

Eine konkrete Abschätzung, inwiefern die Größe eines Unternehmens die Möglichkeiten für den Einstieg in BIM beeinflusst, konnte den Interviewpartnern nicht entnommen werden. Mit den angesprochenen Herausforderungen bei der Einführung der Methode, insbesondere in der Einstiegsphase, wird jedoch klar, dass ein Unternehmen über entsprechende wirtschaftliche und personelle Mittel verfügen muss. Kleinere Unternehmen können diesen Mehraufwand oftmals nicht stemmen und würden ein zu großes Risiko im Vergleich zum sofortigen Mehrwert eingehen.

Bei Innovationen gibt es stets Vorreiter. Bestimmte Branchenbereiche beginnen mit der Einführung einer neuen Methode oder eines Hilfsmittels. Der Bereich sieht hierin einen konkreten Mehrwert und verfügt über genügend monetäre Mittel, um entsprechende Innovationen umzusetzen. Andere Branchenbereiche profitieren aus den Erfahrungen der Vorreiter und sehen die Hemmschwelle für den Einstieg zu einem gewissen Zeitpunkt so gering, dass sie selbst damit beginnen. In Bezug auf die Einführung von BIM nimmt insbesondere der Hochbau eine Vorreiterposition ein.

### **6.4 Das Voranschreiten der Digitalisierung hängt vom Anwendungsfall ab**

Digitale Zwillinge werden bereits seit längerem in der industriellen Fertigung von technischen Produkten eingesetzt, zum Beispiel in der Automobilbranche. Mittlerweile, insbesondere seit der Einführung von BIM, wird das Thema auch zunehmend für die Baubranche relevant. Neben Unterschieden im Innovationsstand zwischen unterschiedlichen Branchen, gibt es auch innerhalb einer Branche Unterschiede, wie zügig Unternehmen und Institutionen neue Verfahren anwenden.

Meist sind es auch innerhalb bestimmter Branchen zunächst wirtschaftlich starke Unternehmen die mit entsprechenden Innovationen beginnen. Womöglich wird ähnlich wie bei der Einführung von CAD in Zukunft auch BIM in gewissen Bereichen der Abwasserwirtschaft zum Standard werden. Hierzu muss der Einstieg niederschwellig genug sein, damit auch wirtschaftlich schwächere Unternehmen den Einstieg bewerkstelligen können. Der tatsächliche Mehrwert der Methode und damit verbunden die Sinnhaftigkeit der Anwendung ist eng verbunden mit der Komplexität des Bauvorhabens und der Anzahl der involvierten Projektbeteiligten.

Die Neuerrichtung oder der Umbau von Kläranlagen und Sonderbauwerken wird meist unter Zusammenarbeit von TragwerksplanerInnen, GeologInnen, UmweltingenieurInnen, technischer Gebäudeausrüstung und VerfahrenstechnikerInnen umgesetzt und ergibt so eine Vielzahl an unterschiedlichen Fachbereichen, die im Projekt involviert sind (Zeltwanger, 2014).

Ein Blick in die Praxis zeigt, dass in diesem Bereich der Abwasserwirtschaft BIM in vereinzelt Projekten auch bereits erfolgreich eingesetzt wird. Hierzu konnten in den Interviews insbesondere Schröder (2022) und Nessier (2022) ausführlich berichten. Insbesondere die Koordination der einzelnen Gewerke, Kollisionsprüfung, Visualisierung von Bauabläufen im Bestand und die modellbasierte Massenermittlung scheinen hierbei Anwendungsfälle, in denen ein deutlicher Mehrwert generiert werden kann.

Die Herausforderungen beim Einstieg bleiben jedoch auch hier. In Anbetracht dessen, dass Kläranlagen zwar in den kommenden Jahrzehnten mit Sicherheit modernisiert und erweitert werden müssen, diese Projekte jedoch nicht zum Tagesgeschäft zählen, muss ein Unternehmen eruieren, ob sich der anfängliche Mehraufwand langfristig rentiert. Sind die KonstrukteurInnen in der Modellierung erstmal routiniert, zeigt das objektbasierte Arbeiten wesentliche Vorteile gegenüber dem klassischen CAD-Ansatz. Das Modellieren ist intuitiver und Änderungen können beispielsweise deutlich schneller angepasst werden. Das kann auch Nessier (2022) bestätigen.

Die Ergebnisse zeigen, dass der erforderliche Detaillierungsgrad in Bezug auf Visualisierung und Informationsgehalt stets vom betrachteten Anwendungsfall abhängt. Für die Anwendung von BIM in der Planung und Durchführung von Sanierungsmaßnahmen im Kanalbereich bestehen andere Anforderungen an die Visualisierung und den Informationsgehalt als bei der Verwendung von BIM-Modellen zu Schulungszwecken für den Betrieb einer Abwasserbeseitigungsanlage.

Während für die Sanierungsplanung und -ausführung eher detaillierte Informationen über den Ablauf der Sanierungsmaßnahmen, die betrachteten Rohreigenschaften und Schäden, sowie die Verknüpfung mit entsprechenden Leistungspositionen für die Abrechnung im Vordergrund stehen, bietet für Schulungszwecke eine detaillierte Darstellung des Kanalnetzes in 3D wesentliche Vorteile für ein besseres Verständnis über die Zusammenhänge im Netz.

Auch ob eine 3D-Darstellung von Bauwerken und Anlagenteilen sinnvoll ist, hängt stets vom betrachteten Anwendungsfall ab. In der Planung und Bauausführung von anspruchsvollen Bauvorhaben, wie beispielsweise der Neuerrichtung oder Erweiterung von Kläranlage und Sonderbauwerken, ist die Visualisierung der Bauabläufe sowie eine modellbasierte Kollisionsprüfung sinnvoll und wird bereits in einigen Projekten eingesetzt. Für die Errichtung und Sanierung von Kanalhaltungen sehen die Experten keinen bedeutenden Mehrwert in der 3D-Visualisierung. Die Anwendung der BIM-Methode in ihrem vollen Umfang scheint momentan also nicht in allen Bereichen der Abwasserwirtschaft sofort sinnvoll.

Folgende vier Kernelemente der Methode sind hingegen wesentlich und können in adaptierter Form in allen Bereichen des Sektors zu einem langfristigen Mehrwert führen:

- Modellbasiertes und objektorientiertes Informationsmanagement (nicht zwangsläufig 3D)
- Digitales Abbild eines physischen Objekts (Digitaler Zwilling) inklusive aller Objekte, Eigenschaften und dynamischer Daten
- Vernetzte Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten
- Betrachtung des gesamten Lebenszyklus

Mit Leitungsinformationssystemen gibt es seit vielen Jahren Bestrebungen eine umfassende objektbasierte Bestandsdatenbank der Kanalnetze aufzubauen. Hierbei stoßen AnwenderInnen jedoch auf ähnliche Probleme wie bei der Anwendung von BIM. Wenig konsequente Nachführung der Daten und teilweise mangelhafte Qualität der Bestandsdaten mindern den Nutzen, den entsprechende Informationssysteme versprechen.

## 6.5 Potenzielle Mehrwerte durch besseres Datenmanagement mit BIM

Betrachtet man den Mehrwert von BIM-Anwendungsfällen wird auch in Hinsicht auf bestehende Informationssysteme in der Abwasserwirtschaft klar, dass hier ein großes Potential liegt auch die die Erfüllung der Aufgaben im Kanalbetrieb nach ÖWAV-Regelblatt 22 (2015) zu erfüllen (zum Beispiel Betriebsorganisation, Überwachung und Wartung, Aus- und Fortbildung oder Ausbau- und Sanierungsplanung). Entsprechende Systeme mit Stammdaten und Zustandsdaten über die verbaute Infrastruktur werden in der Praxis momentan meist lediglich als Auskunftssystem und Planungsgrundlage genutzt (Höller, 2022).

Die Projektabwicklung und Kommunikation unter den Projektbeteiligten wird in den meisten Fällen hierbei nicht über entsprechende Plattformen (zum Beispiel CDE) abgewickelt wird, sondern ist hiervon komplett losgelöst. Die Verfolgung eines Ansatzes in Anlehnung an BIM-Workflows könnte hier eine wesentliche Verbesserung bringen.

Ein standardisierten Datenaustausch für Kanalbestandsdaten und Zustandsbewertungen kann momentan in Österreich durch das ISYBAU-Format gewährleistet werden (Brunecker,2022). Hierbei handelt es sich jedoch in erster Linie um Bestandsdaten. Es stellt sich die Frage, inwiefern die Erkenntnisse aus der Implementierung der BIM-Methode die gängigen Praktiken in der Netzerweiterung, der Sanierung und dem Betrieb einer abwasserwirtschaftlichen Anlage verbessern können.

SoftwareherstellerInnen bieten hier bereits erste Anwendungen an mit denen auch ein Austausch zwischen PlanerInnen, AuftraggeberInnen und ausführender Firma plattformgestützt abgewickelt werden kann. Das ist für die Abwasserwirtschaft insbesondere im Bereich der Kanalsanierung interessant, da laut ÖWAV (2022) in Zukunft ein Schwerpunkt der Maßnahmen in der Sanierung abwasserwirtschaftlicher Anlagen liegen wird. Somit kann für die Kanalnetzerweiterung und Kanalsanierung in Zukunft auch auf bereits etablierte Prozesse zurückgegriffen werden. Es sollte jedoch evaluiert werden inwiefern Aspekte der BIM-Methode, insbesondere transparente und plattformgestützte Kollaboration, diese Prozesse verbessern können.

Die Anwendung von BIM muss hier nicht zwangsläufig auf einem 3D-Modell basieren. Es verhält sich eher so, dass die 3D-Darstellung eines Bauwerksmodells nur eine von vielen Anwendungen der BIM-Methode ist (Fuchs, 2017).

Zudem können konsequent geführte Informationssysteme über die Abwasserinfrastruktur in Zukunft in Verbindung mit der Sammlung dynamischer Daten aus dem Betrieb für den Aufbau Digitaler Zwillinge genutzt werden. In Verbindung mit der Auswertung von Echtzeitdaten im Kanalnetz kann der Betrieb einer Anlage verbessert werden, zudem können längere Zeitreihen an Messdaten eine gute Planungsgrundlage für PlanerInnen bieten (Manny et al., 2021)

In Großstädten und einzelnen Verbandsnetzen sind diese Trends bereits erkennbar. Diese Entwicklung kann jedoch auch in kleineren Kommunen und Verbänden einen Mehrwert generieren. Dafür ist jedoch ein optimiertes Datenmanagement notwendig. Dabei könnte auch ein standardisierter Prozess bei der Übermittlung von Informationen über die Ausführung von Kanalsanierungen und Netzerweiterungen helfen.

Um hierzu ein klares Rahmenwerk bilden zu können müssen spezifische Anwendungsfälle definiert werden und in weiterer Folge eruiert werden (1) welche Daten hierzu benötigt werden, (2) wie die entsprechenden Daten erhoben werden können, (3) in welcher Informationstiefe die Daten vorliegen müssen und (4) in welchem zeitlichen Abstand die Daten aktualisiert werden sollen. Um auch dem Mehrwert in der Betriebsphase gerecht zu werden, sollten diese

Überlegungen in einer frühen Projektphase getroffen werden. Hierzu ist auch die Partizipation von Personen wichtig, die in weiterer Folge eine entsprechende Anlage betreiben.

Durch die BIM-Methode muss zwangsläufig die Art und Weise der Datenverwaltung und des Datenaustausches überdacht und umstrukturiert werden. In der Abwasserwirtschaft existieren bereits Systeme für die Verwaltung und Dokumentation von Bauwerksinformationen bzw. die Messung relevanter Parameter. Insbesondere in der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik werden bereits viele dynamische Daten (zum Beispiel Abflussmessungen, Pegelstände, Wassertemperatur, etc.) erhoben. Die Verwaltung der erhobenen Daten findet jedoch meist in Datensilos statt. Das heißt, Informationen werden in unterschiedlichen Systemen organisiert, sie sind oft nicht miteinander austauschbar oder kombinierbar. Außerdem sind sie in der vorliegenden Form oft nicht gut nutzbar, teilbar oder allgemein unklar welche Daten konkret vorhanden sind.

Das Problem der separierten Ablage und Verwaltung von Projekts- und Bauwerksinformationen innerhalb des Lebenszyklus eines Bauwerks beschäftigt auch andere Bereiche der Baubranche. BIM verspricht durch die Reorganisation des Austausches, der Verwaltung und der Analyse von Informationen in entsprechenden Fachmodellen der einzelnen Projektbeteiligten eine Auflösung dieser Separation durch Zusammenführung der einzelnen Fachmodelle zu festgelegten Zeitpunkten im Projekt. Hierdurch kann ein Informationsverlust durch das Ausmerzen von Brüchen im Informationsfluss vermieden werden (Borrmann et. al., 2015).

Beim Datenaustausch mit Zulieferern beschreibt Frank (2022) Herausforderung in der konsequenten Anwendung von vorgegebenen Datenstrukturen. Das führt oftmals statt zu einem Mehrwert, eher zu einem Mehraufwand.

Auf einer Fachtagung der VSA zum Thema Digitale Planung auf Kläranlagen schildert Frank (2022) jedoch, dass durch eine konsequente Umsetzung eines standardisierten Datenaustausches die Datenqualität erhöht werden kann.

Es bedarf also einem Umschwung in Bezug auf die Art und Weise wie Daten im Lebenszyklus eines Bauwerks übergeben, gesammelt und ausgetauscht werden. Es muss in Zukunft ein Wechsel von der Übergabe durch analoge bzw. nicht bearbeitbaren Formaten (zum Beispiel Pumpenhandbücher, Listen, etc.) zu der Übergabe in verwendbaren und weiter verarbeitbaren Formaten entstehen (Torfs et al., 2022).

In weiterer Folge kann mit diesen Überlegungen bereits im Planungsprozess definiert werden, in welcher Form Informationen über Bauwerke oder Anlagenteile an die AuftraggeberInnen übergeben werden, welche Mess- und Regeltechnik verbaut werden soll oder inwiefern die Daten über der neuen Anlage in entsprechende Informationssysteme übergeben werden können.

## 7. Schlussfolgerungen und Ausblick

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, herauszuarbeiten, inwiefern die BIM-Methode in der Abwasserwirtschaft bereits umgesetzt wird, welche Mehrwerte erkennbar sind und welche Herausforderungen die Methode momentan noch birgt.

Die Ergebnisse aus den geführten Interviews zeigen zum Teil ähnliche Chancen und Herausforderungen auf, wie sie auch in Literatur zur Anwendung von BIM in anderen Bereichen der Baubranche beschrieben werden. Trotz der Parallelen zeichnen die Ergebnisse ein detaillierteres Bild, welche Themen insbesondere die Abwasserwirtschaft in Bezug auf die Einführung von BIM beschäftigt.

Durch das genaue Hinterfragen der BIM Methode mit Experten aus der Praxis konnte zudem evaluiert werden, wo neben der herkömmlichen Anwendung von BIM, insbesondere in der Neuerrichtung und Erweiterung von Sonderbauwerken und Kläranlagen, Aspekte der Methode bereits angewendet werden.

Abschließend sind folgende Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen und der Interpretation wesentlich:

- In Zukunft braucht es einen niederschweligen Einstieg in das Thema BIM für große und kleinere Unternehmen (auch ein little closed BIM-Ansatz kann in Hinblick auf den entsprechenden Anwendungsfall bereits einen großen Mehrwert bieten).
- Ein verstärkter Austausch zwischen potenziellen AnwenderInnen und VorreiterInnen (Organisation von entsprechenden Schulungen, Veranstaltungen, Begleitung von Pilotprojekten, etc.) muss gefördert werden.
- Bei bereits etablierten Praktiken in der Abwasserwirtschaft, in denen bereits Aspekte der BIM-Methode angewendet werden, ist zu prüfen, inwiefern die Herangehensweise (beispielsweise durch plattformgestützte Kollaboration) zusätzlich verbessert werden kann.
- In Zukunft werden sich technische und rechtliche Rahmenbedingungen in der Abwasserwirtschaft ändern (zum Beispiel ist die EU – Abwasserrichtlinie derzeit in Überarbeitung). Unter anderem hierdurch wird das Datenmanagement auch in der Abwasserwirtschaft einen noch größeren Stellenwert bekommen. Hierbei ist wichtig zu definieren welche Daten der Anlagen in Bezug auf den gesamten Lebenszyklus relevant sind und wie die Daten gesammelt werden. Eine Definierung branchenspezifischer Anwendungsfälle und ein darauf abgestimmtes Datenmanagement kann hier von großem Nutzen sein.

Um in Zukunft den Mehrwert der Methode für die Branche detaillierter herauszuarbeiten, könnten in aufbauenden Forschungsarbeiten zusätzlich quantitative Forschungsansätze zum Einsatz kommen. Beispielsweise durch eine Umfrage in Bezug auf die Relevanz von definierten BIM-Anwendungsfällen in Planung, Ausführung und dem Betrieb abwasserwirtschaftlicher Anlagen.

Zudem wäre eine Begleitung von Pilotprojekten in Kombinationen mit regelmäßigen Interviews bzw. Erfahrungsberichten sinnvoll, um die Entwicklung wirklich bewerten zu können. Das sollte unter Einbeziehung der AuftraggeberInnen und auch Softwareanbietern geschehen. Hierbei sei auf die Bemühungen von BIM4Water UK hingewiesen, die bereits eine ähnliche Systematik zur Bewertung von Pilotprojekten entwickelt haben.

Zudem wäre eine Analyse der Datenqualität von abwasserwirtschaftlichen Bestands- und Betriebsdaten in Österreich interessant. Hiermit könnte evaluiert werden, wie weit die Branche bei dem Thema Informationsmanagement konkret ist und wie sich die Erhebung und Nutzung der Daten verbessern lassen könnte.

Im Fokus zukünftiger Forschungsarbeiten sollte jedoch insbesondere die praktische Auseinandersetzung mit dem Thema BIM und Digitale Zwillinge in der Abwasserwirtschaft stehen. Hierzu könnten neben einer vertieften Auseinandersetzung mit der Entwicklung semantischer Modelle von abwasserwirtschaftlichen Anlagen und einer entsprechenden Erweiterung von IFC-Datenstrukturen, die Entwicklung von Informationssystemen der unterirdischen Infrastruktur im Straßenraum für eine integrale Sanierungsplanung des Straßenraumes vorangetrieben werden oder die Anwendung von BIM für die Planung, Errichtung und den Betrieb von Blau-Grüner Infrastruktur untersucht werden.

## 8. Zusammenfassung

Building Information Modeling (BIM) entwickelt sich insbesondere im Hochbau und großen Infrastrukturprojekten bei Großprojekten zum Standard. Auftraggeber erhoffen sich hierdurch eine gesteigerte Transparenz, Kostensicherheit bei der Planung und Umsetzung, ein verbessertes Datenmanagement, sowie Einsparungen im Betrieb eines Bauwerks.

In den letzten 5 Jahren wird BIM auch zunehmend in Projekten der Abwasserwirtschaft eingesetzt. Die vorliegende Arbeit untersuchte, mit qualitativen Forschungsmethoden inwiefern Aspekte der BIM-Methode in der Branche bereits umgesetzt werden, welche Herausforderungen hierbei in der momentanen Praxis entstehen und welche Chancen die Methode für die Branche bietet. Dafür wurden neben einer qualitativen Inhaltsanalyse von bereits geführten Experteninterviews und einer Literaturrecherche in den Jahren 2021 und 2022 sechs weitere Experteninterviews durchgeführt.

Folgende vier zentralen Aspekte der Digitalisierung wurden dabei als wesentlich erachtet: (1) Ein objektbasiertes Datenmanagement, (2) die Erstellung eines digitalen Abbilds physischer Anlagen und Prozesse (Digitaler Zwilling), (3) die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus und (4) eine plattformbasierte Kommunikation und Kollaboration.

BIM wird laut den Befragten und der vorhandenen Literatur in der Abwasserwirtschaft insbesondere in der Projekts- und Ausführungsphase bei Neuerrichtungen und Erweiterungen von Sonderbauwerken und Kläranlagen angewendet. Aber auch in etablierten Ansätzen im Kanalnetzmanagement lassen sich zuvor genannte Aspekte der BIM-Methode erkennen.

Insbesondere objektbasiertes Datenmanagement (zum Beispiel Leitungsinformationssysteme) und das Konzept von Digitalen Zwillingen (zum Beispiel Abflussmodellierung, Netzüberwachung und -steuerung) finden in der Abwasserwirtschaft zu einem gewissen Maß bereits Anwendung.

Die momentane Forschung zum Thema beschäftigt sich insbesondere mit der Entwicklung semantischer Modelle für Anlagen der Abwasserwirtschaft und der entsprechenden Erweiterung von IFC-Datenstrukturen, der Entwicklung BIM-basierter Trassenentwurfsmodelle, der Entwicklung von Informationssystemen für unterschiedliche LeitungsträgerInnen anhand von BIM-GIS Ansätzen und Pilotprojekten für die Implementierung Digitaler Zwillinge in der Abwasserinfrastruktur.

Die Ergebnisse aus den geführten Interviews bestätigen Chancen und Herausforderungen, die auch in der Literatur zur Anwendung von BIM in anderen Bereichen der Baubranche zu finden sind.

Die Befragten schilderten zudem wesentliche technische, institutionelle und organisatorische Herausforderungen in Bezug auf die Implementierung und Anwendung der Methode in der Abwasserwirtschaft. Bei der Einführung und Anwendung gehen Planungsbüros momentan noch in Vorleistung. Es fehlt an branchenspezifischen Objektkatalogen, klaren branchenspezifischen Definitionen von Lasten und Pflichten und der Ausschöpfung der Potentiale für den späteren Betrieb abwasserwirtschaftlicher Anlagen. Werden neue Arbeitsprozesse nicht von allen Projektbeteiligten umgesetzt, birgt das zum Beispiel in Bezug auf den Datenaustausch momentan oft einen Mehraufwand statt des erhofften Mehrwertes. Seitens der Politik wird die Anwendung von BIM in der Abwasserwirtschaft noch nicht forciert.

Trotz der momentanen Herausforderungen haben einzelne Unternehmen den Mehrwert bereits für sich erkannt und ihre Prozesse dementsprechend umgestellt. Als wesentlichen Mehrwert

beschreiben die Befragten die Möglichkeit zur modellbasierten Visualisierung. Einerseits um Entscheidungsträgern und Laien die oft komplexen Bauvorhaben und Bauabläufe bei laufendem Betrieb in der Abwasserwirtschaft näher zu bringen, andererseits um Modelle für spätere Schulungszwecke zu verwenden. Auch die vereinfachte Kollisionsprüfung und Planableitung ist für Anwender in der Abwasserwirtschaft von großem Nutzen. Im Fokus steht auch in der Abwasserwirtschaft bei der Anwendung die Umstrukturierung von Prozessen in Bezug auf Datenmanagement und Datenaustausch. Speziell für die Abwasserwirtschaft liegen hier zwei Punkte im Vordergrund: (1) Die umfassende Umstellung auf einen gemeinsamen standardisierten digitalen Datenaustausch und (2) die Definierung und entsprechender digitaler Sammlung relevanter Daten für den gesamten Lebenszyklus einer Anlage. In Anbetracht dessen, dass sich die Anlagen der Abwasserwirtschaft zum Großteil bereits in der Betriebsphase befinden, kann hier in Zukunft das Potential von BIM noch intensiver genutzt werden.

Um in Zukunft den Mehrwert der Methode für die Branche noch detaillierter herauszuarbeiten und die Methode auch für kleinere Unternehmen attraktiv zu machen, bedarf es insbesondere zwei unterschiedlicher Ansätze: (1) Bottom-Up Initiativen in denen beispielsweise Erfahrungen aus Pilotprojekten dokumentiert und geteilt werden, Wissen von Experten vermittelt wird, sowie Change-Management innerhalb von Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen betrieben wird und zudem (2) Top-Down Ansätze wie beispielsweise entsprechende Förderungen für die Anwendung von BIM oder digitaler Datenaustausch in der Abwasserwirtschaft.

Abschließend lässt sich das Fazit der vorliegenden Arbeit wie folgt zusammenfassen: Die BIM-Methode kann vor allem in Großprojekten der Abwasserwirtschaft in Zukunft einen deutlichen Mehrwert bieten. Im Fokus steht hierbei die Visualisierung von komplexen Anlagen und Bauabläufen, die Kollaboration aller Projektbeteiligten und das verbesserte Datenmanagement. Grundsätzliche Überlegungen in Hinblick auf die Frage, welche Daten in Bezug auf den gesamten Lebenszyklus abwasserwirtschaftlicher Anlagen relevant sind und wie diese Daten übermittelt, ausgetauscht und gespeichert werden sind jedoch für die gesamte Abwasserwirtschaft in Zukunft von erheblicher Bedeutung.“

## 9. Abschlussbemerkung

Die zentralen Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit wurden in folgendem wissenschaftlichem Artikel veröffentlicht:

KRETSCHMER, F., FRANZISKOWSKI, S., HUBER, F., ERTL, T. (2023): Chances and barriers of building information modelling in wastewater management. *Water Sci Technol* (2023) 87 (7): 1630–1642. <https://doi.org/10.2166/wst.2023.079>.

## 10. Literaturverzeichnis

- ABBASPOUR, A. (Hg.) (2021): Digitales Bauen mit BIM. Use Case Management im Hochbau. Beuth Verlag; Deutsches Institut für Normung. 1. Auflage. Berlin, Wien, Zürich, Berlin: Beuth; bSD Verlag.
- BACHOR, T., STRABENMEYER, E., STEVENS F. (2021): Informationsanforderungen gemäß DIN EN ISO 19650. Online verfügbar unter <https://www.building.de/fachartikel/detail/informationsanforderungen-gemaess-dineniso19650/> zuletzt geprüft am 17.01.2023.
- BALDWIN, M.; Mensch und Maschine Schweiz AG; V, D. e. (2018): Der BIM-Manager: Praktische Anleitung für das BIM-Projektmanagement: Beuth Verlag GmbH.
- BAW [Bundesanstalt für Wasserbau] (2018): Digitalisierung im Verkehrswasserbau. BAW 2018
- BEHANECK (2020): Die digitale Revolution am Bau Online verfügbar unter <https://www.building.de/fachartikel/detail/die-digitale-revolution-am-bau/> zuletzt geprüft am 25.05.2023.
- BEIRER, M. (2022): LOIN — Level of Information Need. In: Build Informed GmbH, 07.10.2022. Online verfügbar unter <https://www.buildinformed.com/loin-level-of-information-need/>, zuletzt geprüft am 17.01.2023.
- BEYER, K.: Jörg Brunecker im Interview. Hierarchien gelten bei Innovationen nicht. In: B\_I Umweltbau 06/20, S. 13–14.
- BEYER, J. (s.a.): Kurze Einführung in die BIM-Normung. Online verfügbar unter <https://bimhelden.de/bim-normung> zuletzt geprüft am 23.02.2023.
- BIM2Water: Angebot BIM2Water. In: Online verfügbar unter <https://www.bim2water.net/bim2water-de/angebote/index.php>. zuletzt geprüft am 17.01.2023.
- BIM4WATER (2017): BIM4 Water Owner Operator Guidance Document - Issue No.1. BIM Guidance for the Water Industry.
- BIM Forum (2021): Level of Development (LOD) Specification for Building Information Models. Part 1, Guide, and Commentary. Online verfügbar unter: [www.bimforum.org/lod](http://www.bimforum.org/lod). Zuletzt geprüft am 21.05.2023
- BMLRT [Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus] (2022): Kommunales Abwasser Lagebericht 2022. Unter Mitarbeit von Heide Müller-Rechberger, Katharina Lenz, Clemens Steidl, Irene. Hg. v. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus.
- BMVI [Bundesministerium für Digitales und Verkehr] (2015): Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Hg. Bundesministerium für Digitales und Verkehr
- BORRMANN, A., ELIXMANN, R., ECHENBRUCH, K., FORSTER, C., HAUSKNECHT, K., HECKER, D., HOCHMUTH, M., KLEMPIN, C., KLUGE, M., KÖNIG, M., LIEBICH, T., SCHÄFERHOFF, G., SCHMIDT, I., TRCEZIAK, M., TULKE, J., VILGERTSHOFER, S., WAGNER, B. (2019a): BIM4INFRA2020\_AP4\_Teil7. Handreichung BIM-Fachmodelle und Ausarbeitungsgrad (engl. Level of Development – LOD).

- BORRMANN, A., ELIXMANN, R., ESCHENBRUCH, K., FORSTER, C., HAUSKNECHT, K., HECKER, D., HOCHMUTH, M., KLEMPIN, C., KLUGE, M., KÖNIG, M., LIEBICH, T., SCHÄFERHOFF, G., SCHMIDT, I., TRZECIAK, M., TULKE, J., VILGERTSHOFER, S., WAGNER, B. (2019b): Handreichungen und Leitfäden – Teil 8 Neutraler Datenaustausch im Überblick.
- BORRMANN, A., KÖNIG, M., KOCH, C., BEETZ, J. (2015): Building Information Modeling. Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. 1. Auflage, Verlag Springer Vieweg
- BREDEHORN, J., DOHMEN, P., HEINZ, M., LIEBSCH, P., SAUTER, H. (2016): LOD / LOI – Informationen zur Detaillierungs- und Informationstiefe BIM. Ein Dokument des BIM Praxisleitfaden 1.0. [www.bimblog.de](http://www.bimblog.de)
- BRITISH WATER (s.a.): Einführung BIM4Water. Online verfügbar unter <https://www.britishwater.co.uk/page/BIM4Water>, zuletzt geprüft am 21.08.2022.
- building SMART International (2023): Industry Foundation Classes (IFC) – An Introduction. Online verfügbar unter <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>, zuletzt aktualisiert am 21.12.2022, zuletzt geprüft am 16.01.2023.
- BFR [Bundesministerium Für Wohnen, Stadtentwicklung Und Bauwesen] (2022): Baufachliche Richtlinien Abwasser. Arbeitshilfen zu Planung, Bau und Betrieb von abwassertechnischen Anlagen in Liegenschaften des Bundes.
- Bundesregierung Österreich (2022): Nationale/Europäische/Internationale Normen. [oesterreich.gv.at](http://oesterreich.gv.at) - Österreichs digitales Amt. Online verfügbar unter [https://www.oesterreich.gv.at/themen/dokumente\\_und\\_recht/normen/Seite.2560002.html](https://www.oesterreich.gv.at/themen/dokumente_und_recht/normen/Seite.2560002.html), zuletzt aktualisiert am 17.11.2022, zuletzt geprüft am 17.11.2022.
- CHAPMAN, D., PROVIDAKIS, S., ROGERS, C. (2019): BIM for the Underground – An enabler of trenchless construction. *Underground Space* 5 (2020) 354–361.
- Di BICCARI, C., HEIGENER, D. (2018): Semantic modeling of wastewater treatment plants towards international data format standards.
- DWA-A 157 (2022) - Bauwerke der Kanalisation
- DWA-M 215-1 (2020)- Empfehlungen zur Planung und Ausführung für Bau und Umbau von Abwasserbehandlungsanlagen - Teil 1: Systematik der Planung bis Variantenuntersuchung
- DWA-M 253 (2011) - Leit- und Automatisierungstechnik auf Abwasseranlagen
- DWA-M 860-1 (2022) Building Information Modeling (BIM) in der Wasserwirtschaft – Teil 1: Grundlagen
- EDMONDSONA, V., CERNYA, M., LIMA, M., GLEDSONA, B., LOCKLEYB, S., WOODWARD, J. (2018): A smart sewer asset information model to enable an 'Internet of Things' for operational wastewater management. *Automation in Construction*, 91, 193-205.
- EU [Europäische Union] (2023) : Digitale Dekade Europas. unter [https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/policies/europes-digital-decade#tab\\_3](https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/policies/europes-digital-decade#tab_3) zuletzt geprüft am 17.02.2023.
- ESSIG, B. (2021): BIM und TGA. Engineering und Dokumentation der Technischen Gebäudeausrüstung. 3., überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH (Beuth Innovation).

- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRAÙE - SCHIENE - VERKEHR (FSV) (2023): Standardisierte Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur Version 6. Online verfügbar unter <http://www.fsv.at/cms/default.aspx?ID=422b9d15-5b75-4631-8aab-02be145641fc>, zuletzt aktualisiert am 22.01.2023, zuletzt geprüft am 22.01.2023.
- FRANK, M., WABAG Wassertechnik AG: Vortrag VSA - Fachtagung vom 6. September 2022
- FUCHS, S. (2017): Was für ein schönes 3D-Modell! Ist das BIM? Online verfügbar unter <https://www.build-ing.de/fachartikel/detail/was-fuer-ein-schoenes-3d-modell-ist-das-bim/>, zuletzt aktualisiert am 2017, zuletzt geprüft am 19.02.2023.
- GARRIDO-BASERBA, MANEL & COROMINAS, LLUÍS & CORTÉS, ULISES & ROSSO, DIEGO & POCH, MANEL. (2020). The Fourth-Revolution in the Water Sector Encounters the Digital Revolution. Environmental Science & Technology. XXXX. 10.1021/acs.est.9b04251.
- GARSTKA, B. (Hg.) (2018): Ratgeber für den Tiefbau. Bundesanzeiger Verlag. 9. Auflage. Köln: Bundesanzeiger Verlag.
- GFA [Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V.] (2021): Markus Schröder 65 Jahre. Online verfügbar unter [https://www.gfa-news.de/webcode.html?wc=20210810\\_001](https://www.gfa-news.de/webcode.html?wc=20210810_001), zuletzt aktualisiert am 10.10.2022, zuletzt geprüft am 10.10.2022.
- GRIEBAUM, M., 2020 Vortrag Kanalsanierung Lehrveranstaltung 811317 Rohrleitungsbau und -sanierung, Kanalbetrieb und -management, Universität für Bodenkultur Wien
- GWP [German Water Partnership e. V.] (2019): Wasser 4.0 - Made in Germany., German Water Partnership e. V.
- HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T. (2017): BIM-Kompendium. Building Information Modeling als neue Planungsmethode. 2. Nachdruck. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- HIJAZI, KUTZNER, V., KOLBE, T.S H. (2017): Use Cases and their Requirements on the Semantic Modeling of 3D Supply and Disposal Networks. Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF) e.V. Band 26, 536.
- HERMANN, M., PENTEK, T. AND OTTO, B. (2016) Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. Proceedings of 49th Hawaii International Conference on System Sciences HICSS, Koloa, 5-8 January 2016, 3928-3937. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
- Hunziker Betatech AG (s.a.): Modernisierung veralteter Abwasserinfrastruktur mit leistungsstarken BIM-Workflows. Online verfügbar unter <https://www.autodesk.de/customer-stories/hunziker-betatech> zuletzt geprüft am 01.03.2023.
- INSPIRE Österreich (2017): Was ist Inspire? Online verfügbar unter <https://www.inspire.gv.at/Allgemein/Allgemeines-zu-INSPIRE.html> zuletzt geprüft am 17.01.2023.
- ISO [International Organization for Standardization] (2022): ISO - About us. Online verfügbar unter <https://www.iso.org/about-us.html>, zuletzt aktualisiert am 17.11.2022, zuletzt geprüft am 17.11.2022.
- KAMMERLANDER, J., LADINIG, L. (2018): BIM UND DIGITAL VERNETZTE INFRASTRUKTUR IN DER SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT, Bachelorarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien

- KAUER, J.; LEHMKÜHLER, H.; STEINMANN, R. (Hg.) (2022): BIM & GIS. Grundlagen, Synergien und Best-Practice-Beispiele. Berlin, Offenbach: Wichmann.
- KLEIN, M. (2018): Definition: ISO. In: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 14.03.2018. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/iso-40855>, zuletzt geprüft am 17.11.2022.
- KOLBE, T. (s.a.): CityGML Utility Network ADE. Online verfügbar unter <https://www.asg.ed.tum.de/gis/projekte/citygml-utility-network-ade/> zuletzt geprüft am 01.03.2023.
- KÖTTER, K. (2022): Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring / Methodenzentrum. Online verfügbar unter <https://methodenzentrum.ruhr-uni-bochum.de/e-learning/qualitative-auswertungsmethoden/qualitative-inhaltsanalyse/qualitative-inhaltsanalyse-nach-mayring/>, zuletzt aktualisiert am 09.10.2022, zuletzt geprüft am 09.10.2022.
- LI, J.L., CHEN, L.M., XU, H. (2021): Intelligent Construction, Operation, and Maintenance of a Large Wastewater-Treatment Plant Based on BIM. Hindawi Advances in Civil Engineering Volume 2021.
- LITZEL, N. (2016): Was ist Industrie 4.0? In: BigData-Insider, 01.09.2016. Online verfügbar unter <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-industrie-40-a-563898/>, zuletzt geprüft am 13.11.2022.
- MANNY, L., DUYGAN, M., FISCHER, M., RIECKERMANN, J. (2021): Barriers to the digital transformation of infrastructure sectors. Policy Sciences, Springer.
- MARZOUK, M., AHMED, R. (2019): BIM-Based Facility management for water treatment plants using laser scanning. Water Practice & Technology 14(2).
- ÖNORM B2503 (2017): Kanalanlagen – Planung, Ausführung, Prüfung, Betrieb
- ÖNORM EN 12255-1 (2002) Kläranlagen - Teil 1: Allgemeine Baugrundsätze
- ÖNORM EN 13508-2 (2011) Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden.
- ÖNORM EN 14654 (2021): Management und Überwachung von betrieblichen Maßnahmen in Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden.
- ÖNORM 1610 (2015): Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen.
- ÖNORM A 2063-2 (03/2021): Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) - Teil 2: Berücksichtigung der Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) Level 3
- ÖNORM A 6241-1 (07/2015) Technische Zeichnungen für das Bauwesen - Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM) - Level 2
- ÖNORM A 6241-2 (07/2015): Digitale Bauwerksdokumentation - Teil 2: Building Information Modeling (BIM) - Level 3-iBIM
- ÖNORM A 7010-6 (01/2019): Objektbewirtschaftung - Datenstrukturen - Teil 6: Anforderung an Daten aus Building Information Modeling (BIM)-Modellen über den Lebenszyklus
- ÖNORM EN 752 (2017) Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Kanalmanagement PEDERSEN, A. N., BORUP, M., BRINK-KJÆR, A., CHRISTIANSEN, L.E., MIKKELSEN, P.S. (2021): Living Digital Twins of Urban Water Systems: Towards multi-purpose value creation using models and sensors. Water, 13(5), 592.

- ÖWAV-Regelblatt 11 (2008): Richtlinien für die abwassertechnische Berechnung und Dimensionierung von Abwasserkanälen.
- ÖWAV Regelblatt 19 (2007): Richtlinien für die Bemessung von Mischwasserentlastungen.
- ÖWAV-Regelblatt 22 (2015): Betrieb von Kanalisationsanlagen
- ÖWAV-Regelblatt 28 (2007) Unterirdische Kanalsanierung
- ÖWAV-Regelblatt 34 (2003) : Hochdruckreinigung von Kanälen
- ÖWAV-Regelblatt 40 (2010) : Leitungsinformationssystem – Wasser und Abwasser
- ÖWAV-Regelblatt 42 (2011) : Unterirdische Kanalsanierung - Hauskanäle
- ÖWAV-Regelblatt 43 (2013) : Optische Kanalinspektion
- PETRAUS, B. (2021): How much BIM do you really need? Online verfügbar unter <https://www.openproject.org/de/blog/how-much-bim-is-needed/> zuletzt geprüft am 01.03.2023.
- PILLING, A.; GERRITS, P. (Hg.) (2021): Das neue Bauen mit BIM und Lean. Praxisbeispiel eines mittelständischen Bauprojekts der öffentlichen Hand. Unter Mitarbeit von Ina Scharrenbach und Gunther Wölflle. Beuth Verlag; Deutsches Institut für Normung. 1. Auflage. Berlin, Wien, Zürich, Berlin: Beuth Verlag GmbH; bSD Verlag.
- PLANDATA (s.a.): BIMpedia: Objektbasierte Datenhaltung. Online verfügbar unter <https://www.bimpedia.eu/artikel/1353-objektbasierte-datenhaltung>, zuletzt aktualisiert am 16.11.2022, zuletzt geprüft am 16.11.2022.
- PRZYBORSKI, A.; WOHLRAB-SAHR, M. (2010): Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch. 3., korr. Aufl. München: Oldenbourg (Lehr- und Handbücher der Soziologie).
- RICHTER, D.; HEINDEL, M. (2015): Straßen- und Tiefbau. Mit lernfeldorientierten Projekten. 13. Auflage. Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel (Europa Fachbuchreihe für Bautechnik).
- SCHNABL A., AMERSTORFER, A., HASLINGER, S., KLUGE J., LABER, J., LAPPÖHN, S., TSCHIESCHE U., ZENZ, H. (2018): Zukünftiger dezentraler Infrastrukturbedarf in Österreich. Ökonomische Effekte von Investitionen in den Bereichen Elektromobilität, Energie und Wasser/Abwasser. Hg. v. Institut für Höhere Studien (IHS).
- SHARAFAT, A., KHAN, M.S., LATIF, K., TANOLI, W.A., PARK, W., SEO, J. (2021): BIM-GIS-Based Integrated Framework for Underground Utility Management System for Earthwork Operations. Appl. Sci. 2021, 11, 5721.
- SILBERBAUER, B. (2020): closed BIM IM VERGLEICH ZU open BIM. OIAZ ÖSTERREICHISCHE INGENIEUR-UND ARCHITEKTEN-ZEITSCHRIFT
- SÖBKE, H., PERALTA, P., SMARSLY, K., ARMBRUSTER, M. (2021): An IFC schema extension for BIM-based description of wastewater treatment plants. Automation in Construction 129 (2021) 103777.
- Stadt Wien (s.a.): BRISE Vienna Building Regulations Information for Submission Envolvement Projektbeschreibung, online verfügbar unter: <https://digitales.wien.gv.at/projekt/brisevienna/>, zuletzt geprüft am 21.01.2023.
- TORFS, E., NICOLAÏ, N., DANESHGAR, S., COPP, J. B., HAIMI, H., IKUMI, D., JOHNSON, B., PLOSZ, B. B., SNOWLING, S., TOWNLEY, L. R., VALVERDE-PÉREZ, B., VANROLLEGHEM, P. A., VEZZARO, L., NOPENS, I. (2022): The transition of WRRF

- models to digital twin applications. *Water Science & Technology* (2022) 85 (10): 2840–2853.
- UBA [Umweltbundesamt] (2020): Chancen und Herausforderungen der Verknüpfungen der Systeme in der Wasserwirtschaft (Wasser 4.0)
- VSA [Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute] (2022a): Projektbeschreibung: BIM-Leitfaden digitale Planung – Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute. Online verfügbar unter <https://vsa.ch/Mediathek/projektbeschreibung-bim-leitfaden-digitale-planung/?search=bim>, zuletzt aktualisiert am 21.08.2022, zuletzt geprüft am 21.08.2022.
- VSA [Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute] (2022b): Projektbeschreibung: BIM-Standardisierung ARA Objekttypicals – Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute. Online verfügbar unter <https://vsa.ch/Mediathek/projektbeschreibung-bim-standardisierung-ara-objekttypicals/>, zuletzt aktualisiert am 21.08.2022, zuletzt geprüft am 21.08.2022.
- WKO [Wirtschaftskammer Österreich] (Hg.) (2018): Stempkowski R., Waldauer E., Huber C., Rosenberger R. Leitfaden für die Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen, Band 5 Tiefbauplanung, 3. Auflage, Wien, 2018
- ZELTWANGER, T. (2014): Grundlagen der Abwasserbeseitigung. Ein Lehrbuch zu den Grundsätzen und Verfahren moderner Abwasserbeseitigung. 1. Aufl. Oberhaching/München: Hirthammer.

## 11. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Lebenszyklus einer abwasserwirtschaftlichen Anlage (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an buildingSMART International, 2020) .....	7
Abbildung 2 Teilleistungen in der Tiefbauplanung (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an WKO, 2018) .....	8
Abbildung 3 Anzahl und Ausbaugröße österreichischer Kläranlagen mit mehr als 50 EW (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an BMLRT, 2022).....	10
Abbildung 4 Gesamtinvestition in Mio. Euro in die österreichische Abwasserentsorgung inkl. Fördermittel (Bund) 2001 – 2020 (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Kommunalkredit Public Consulting, 2022).....	15
Abbildung 5 Vision einer vernetzten digitalen Abwasserwirtschaft (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an FiW e. V./ IWW Zentrum, 2019) .....	17
Abbildung 6 Beispiel einer thematischen Abgrenzung für Wasser- und Kanalsystem (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an ÖWAV-Regelblatt 40, 2010).....	20
Abbildung 7 Knoten-Kanten Prinzip Kanal (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an ÖWAV-RB 40, 2010) .....	21
Abbildung 8 Automatisierungspyramide (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an.....	25
Abbildung 9 Unterscheidungsmatrix BIM (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Borrmann et. al, 2015) .....	27
Abbildung 10 Auswahl v. BIM-Normen unterschiedlicher Gremien (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Beyer, s.a.) .....	29
Abbildung 12 Zusammensetzung eines BIM-Objektes aus geometrischer und alphanumerischer Information (Eigene Darstellung) .....	31
Abbildung 13 Entwicklung des Level of Information Need (LOIN) (Quelle: Eigene Darstellung)	33
Abbildung 14 BIM-Dimensionen (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Petraus, 2021).	35
Abbildung 15 Darstellung der Verbindung zwischen digitalem und physischem Zwilling (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an buildingSMART International, 2021).....	37
Abbildung 16 Geplante Merkblattreihe DWA-M 860 (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an DWA-M-860-1) .....	40
Abbildung 17 Ablaufdiagramm Forschungsmethode – Methode und Material dargestellt im zeitlichen Ablauf .....	42
Abbildung 18 Themenblöcke des Interviewleitfadens .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Abbildung 19 Auszug aus dem Klassendiagramm des semantischen Modells für Kläranlagen (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Söbke et al., 2022).....	54
Abbildung 20 Eigene Darstellung zur Vorgehensweise bei der Evaluierung von Anwendungsfälle für den Digitalen Zwilling.....	75

## 12. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anwendungsmöglichkeiten LIS (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an ÖWAV-Regelblatt 40, 2010) .....	19
Tabelle 2 Inhalte der ISYBAU-Datenbereiche (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an ÖWAV-RB 40, 2010) .....	22
Tabelle 3 Benötigte Daten für das Kanalnetzdatenmodell (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Merkblatt DWA-M 165-1, 2021) .....	24
Tabelle 4 Haustechnik-Beispiel LOG an Darstellung einer Rohrleitung (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bredehorn et. al. ,2016) .....	32
Tabelle 5 Auswahl wissenschaftlicher Publikationen zum Thema BIM in der Abwasserwirtschaft .....	43
Tabelle 6 Auswahl Interviewpartner .....	47
Tabelle 7 Ergebnisse der Interviews zu den Herausforderungen in der BIM-Implementierung und Anwendung. In Klammern ist angeführt von welchem Interviewpartner sie genannt wurden. ...	58
Tabelle 8 Ergebnisse der geführten Interviews in Bezug auf Chancen in der Anwendung von BIM. In Klammern ist angeführt welche Interviewpartner die Herausforderung angesprochen haben. ....	66

## 13. Anhang

### 13.1 Anhang 1 Kategoriensystem für qualitative Inhaltsanalyse

#### A Schnittstellen

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf, in denen zum Beispiel Problematik, Ist-Zustand, Vergleich zu anderen Ländern in Bezug auf den Datenaustausch thematisiert wird.

**Beispiele:**

- "BIM lebt von Schnittstellen. Wenn sich die vorhandenen Daten einer Gemeinde, zum Beispiel DKM, Baumkataster, Kanalkataster nicht ins Modell einfügen lassen, wird es niemand verwenden." (Salzmann, 2018)
- "Das gibt es schon teilweise. Jedes Magistrat schickt Daten an den Zentralen Leitungskataster. Da werden die Daten aber wieder abgespeckt, außerdem könnte die Konsequenz des Austausches besser sein." (Preis, 2018)
- "AutoCAD, Aqua als Prozessleitsystem. Es ist schwierig die beiden zu kombinieren. Ich wüsste jetzt nicht von einer Schnittstelle." (Atanasoff, 2018)

#### B Standards

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen der Nutzen, Bedarf, Notwendigkeit von Standards in Bezug auf die Implementierung der BIM-Methode thematisiert wird. Mit Standards sind hier nicht nur Standards für Austauschformate gemeint, sondern die Kategorie beinhaltet ebenso zum Beispiel den Bedarf an standardisierte Leistungsanforderungen

**Beispiele:**

- "I: Wie hoch ist die Bereitschaft der Planungsbüros in Österreich auf BIM umzusteigen? Derzeit ist es so, dass es nur drei Büros machen. Ein Problem ist ein fehlender BIM-Standard." (Salzmann)
- "Das würde dann bedeuten, dass wenn ich eine Pumpe kaufe, ich eine wählen muss, die ein Modell hat, das ich dann ins BIM implementieren kann." (Atanasoff, 2018)
- "Man braucht einheitliche Standards, sodass die Kläranlagenbetreuer die Anpassungen eingespielt bekommen und damit auch arbeiten können." (Atanasoff, 2018)

#### C Mehrwert BIM

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen Kosteneinsparungen/positive Auswirkungen auf Bauablauf im Arbeiten mit der BIM-Methode thematisiert werden

**Beispiele:**

- "In dem Moment, wo du sagst, du willst in einer gewissen Höhe einen Durchbruch haben, und der Maschinenbauer sagt, da kommt er eigentlich gar nicht hin, da entstehen Probleme. Dann explodieren plötzlich die Kosten." (Atanasoff, 2018)
- "Das, was ausgeschrieben ist wird erledigt, dass was nicht ausgeschrieben wird bedeutet Nachtrag. Es ist wesentlich gescheiter vorher mehr Zeit in die Planung zu investieren, als später dann auf Fehler zu stoßen." (Bernhard, 2018)

## D Arbeitsplatz/Ausbildung

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen die Entwicklung zukünftiger Arbeitsplätze und die zukünftigen Anforderungen an Personal thematisiert werden.

**Beispiele:**

- "Die genauere Datenverarbeitung macht dann der Innendienstmitarbeiter. Der draußen will den Schieber drehen, den Schieber schmieren, der will den austauschen, aber er will nicht eine Stunde vor dem PC sitzen." (Bernhard, 2018)
- "Je nach Aufgabe, haben die Kanalarbeiter Applikationen auf ihren Tablets (nicht alle). Die Senkgrubenfahrzeuge erhalten die Aufträge digital. Die Arbeiter steigen in der früh in den LKW, sehen, wieviel [m<sup>3</sup>], wo und wann ausgepumpt gehören und können ihre Arbeit erledigen. Da wird die Effizienz natürlich erhöht. " (Preis, 2018)

## E Umsetzbarkeit/Hürden

### E1 Internationaler Vergleich

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen internationale Vergleiche zur Umsetzung von BIM thematisiert werden.

**Beispiele:**

- "In Österreich ist das sogenannte „KasterlDenken“ gefährlich! Ich finde, wenn ich mir sicher bin, dass meine Sache gut ist, dann kann sich sie auch offenlegen. Bis es die Konkurrenz verwenden kann, bin ich sowieso einen Schritt weiter. In England zum Beispiel gibt es solche Probleme weniger. Da wird nur mehr mit BIM-geplant, und es funktioniert hervorragend. (Salzmann, 2018)"

### E2 Auftraggeber/Betreiber

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen Hürden oder Bedenken auf Auftraggeberseite bzw. als Betreiber bei der Einführung von BIM thematisiert werden.

**Beispiele:**

- "So ist es. Geh einmal davon aus, du bist Bürgermeister eine Gemeinde mit 10.000 Einwohnern. Dann kommt ein Planer zu dir und sagt: „Ich baue dir deine Kläranlage aus“. Dann gibt es auch noch einen Klärwärter und vielleicht auch einen Betriebsleiter, aber meistens nur einen Klärwärter. Und der ist auch immer zurechtgekommen, was auch immer das bedeutet. Warum soll der plötzlich mit einem Gesamtsystem anfangen, mit Qualitätsmanagement usw.? (Atanasoff, 2018)"

### E3 Auftragnehmer

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen Hürden oder Bedenken auf AuftragnehmerInnenseite bei der Einführung von BIM thematisiert werden.

**Beispiele:**

- "Momentan haben wir das Problem, dass die Planer, zum Beispieleriner Kläranlage, letztendlich gewaltig im Wettbewerb stehen und die Kosten-Nutzen Schere auseinander geht. Das heißt, man kriegt den enormen Aufwand nicht bezahlt, der sich letztendlich über eine optimierte Abwicklung im Endeffekt wieder rechnet.“(Atanasoff, 2018).

#### **E4 Kosten**

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen anfallende Kosten als Contra-Argument für die Einführung von BIM thematisiert werden.

**Beispiele:**

- "BIM verursacht in der Vorphase höhere Kosten. Da gibt es dann als Hilfe eine Abschätzung der Kostenverteilung; wir haben dafür im Jahre 2014 2- oder 300 Projekte, bunt gemischt, Kanal, Wasser, Hochwasserschutz, usw., einerseits von unseren Kollegen und andererseits auch abgerechnet über die Förderstelle erhalten und haben versucht über diese abgerechneten Projekte herauszufinden wo die Kosten in den 9 oder 10 Phasen sind.“ (Hohenauer,2018)

#### **E5 Relevanz Siedlungswasserbau**

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen ein Vergleich der Anwendung von BIM zu anderen Teilen der Baubranche thematisiert oder die Sinnhaftigkeit der Methode in der SWW angesprochen wird.

**Beispiele:**

- Naja, was haben wir im Hochbau für Bereiche... Die Bautechnik, Haustechnik, Elektrotechnik. Im Siedlungswasserbau läuft das alles durchwegs getrennt ab. (Atanasoff, 2018)

#### **E6 Objektkataloge / Planableitung** (ergänzt in Inhaltsanalyse 2)

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen ein das Arbeiten im BIM-Modell in Bezug auf die Verwendung von Objektkatalogen und Planableitung thematisiert wird.

**Beispiele:**

- Wir haben uns eine Bibliothek aufgebaut. Hier haben wir praktisch alles selbst nachmodelliert und haben jetzt eine relativ große Datenbank von Anlagenteilen. (Nessier, 2022)

#### **E7 Modellbasierte Ausschreibung** (ergänzt in Inhaltsanalyse 2)

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen modellbasierte Ausschreibung thematisiert wird.

**Beispiele:**

- „Die Massen kann man aus dem Modell ableiten, aber damit die Massen automatisch in das Standardleistungsbuch übertragen werden, brauchen sie EDV-technisches Know-How, denn hier ist klare Datensatzzuordnung notwendig.“ (Schröder,2022)

## **E8 Datenqualität**

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen es um die Qualität der Daten geht (sowohl in Bezug auf BIM als auch beispielsweise LIS).

**Beispiele:**

- „Die Methode an sich ändert an den zur Verfügung stehenden Daten erstmal nichts, das ist eine Problematik, die wir mit Sicherheit erkannt haben.“ (Höller, 2022)

## **F Informationsaustausch/-sicherung durch Modell**

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen der Datenaustausch, die Datenarchivierung /Arbeiten mit Daten und Datensicherung im BIM-Modell thematisiert werden.

**Beispiele:**

- " Sinnvoller wird es, wenn der Plan auf einem Server liegt und täglich aktualisiert wird. Ein Großteil der Bauplanung heute passiert ja vor Ort auf der Baustelle. Kostengünstiger werden die spontanen Änderungen selbst dadurch allerdings nicht, aber evtl. zeitsparender." (Salzmann, 2018)
- "Das ist ein großer Aspekt, warum wir Aquadas einsetzen werden. Mit dem Programm geht das Wissen nicht mehr verloren." (Bernhard, 2018)

## **G Rahmenbedingung Staat**

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen die Aufgaben des Staats (Förderung/Gesetzgebung/Normen/etc.) auf den Weg zur Digitalen Transformation thematisiert werden.

**Beispiele:**

- "Es kostet daweil nur Geld, es würde nur gehen, wenn das System so globalisiert wird, dass es tatsächlich gefordert wird, und sich die Planungsbüros letztendlich permanent mit BIM beschäftigen können und müssen." (Atanasoff, 2018)
- "Bitte nicht über die Norm, sondern über die Förderungen regeln! Bei der Förderung kommen dann wieder die Fragen daher, was wird gefördert und wie wird gefördert."(Hohenauer, 2018)

## **H Betrieb**

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen der Mehrwert/Herausforderungen der BIM-Methode im Betrieb thematisiert werden.

**Beispiele: „**

- Das Facility Management kennt auch alle Details des Gebäudes, was die Wartung und Reinigung erleichtert. Zum Beispiel die Fensterflächen, Bodenbeläge etc." (Salzmann, 2018)

## **I Stand der Technik**

### **I1 Inventarisierung/Digitalisierung/LIS**

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen Digitale Leitungsinformationssysteme (LIS) /Geoinformation bzw. das Digitalisieren von Daten oder die Inventarisierung von Anlagenteilen thematisiert werden.

**Beispiele:**

- „Ja, es gibt dann übergeordnete Pläne. Hier wird dann auch der zentrale Leitungskataster hergenommen und in den wird das dann eingezeichnet. Dort sind dann wirklich alle Einbauten mit den Daten verzeichnet. Diese Pläne werden dann für die Realisierung herangezogen und bei einer Einbauten Besprechung diskutiert.“ (Kiefmann, 2018)

## **I2 Automatisierung/Fernwirkanlagen**

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen gängige Praxis mit Fernwirkssystemen, SCADA oder allgemein Automatisierung thematisiert werden.

**Beispiele:**

- „In Graz fahren bereits Fahrzeuge durch die Straßen, die automatisch die Zähler auslesen können. Dieses System werden wir uns auch zulegen.“ (Kiefmann, 2018)

## **I3 Verbindung unterschiedlicher Datenquellen/Interoperabilität**

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen die Vernetzung unterschiedlicher Daten thematisiert werden.

**Beispiele:**

- „Zum Beispiel eine Starkregenereignis App, welche an 24 Messstationen Oberflächen-Niederschlagsdaten sammelt. Zusätzlich gibt es Messstellen im Kanal. Da geht es vor allem um die Sicherheit unserer Kanalarbeiter.“ (Preis, 2018)

## **I4 Modellierung**

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen die Praxis mit Modellierung auf Basis von erstellten Modellen thematisiert werden.

**Beispiele:**

- „Im Großen passen die Berechnungen sehr gut überein mit den Ergebnissen und Messungen. Starkregenereignisse konnten gut berechnet werden. Auch für neue Planungen kann man das Modell gut verwenden, zum Beispiel um Dimensionierungen von Pumpen, Schwallwellen oder Umleitungen vorabzuschätzen.“ (Preis, 2018)

## **I5 Augmented Reality**

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen die Praxis/Mehrwert/Herausforderungen mit Augmented Reality thematisiert wird.

**Beispiele:**

„Ich war in der Rolle als Betreiber involviert. Ich hatte angestoßen ob es nicht möglich wäre das Kanalnetz mittels Augmented Reality (AR) in der Realität abzubilden.“ (Münch, 2022)

## K Sicherheit

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen etwaige Sicherheitsbedenken thematisiert werden.

**Beispiele:**

- "Bei den Hauswasserzählern sind wir gerade am überlegen, wie wir das gestalten sollen. Man möchte die Daten nicht in der Öffentlichkeit herumschwirren lassen. Dazu gibt es auch ein eigenes Projekt. Frage stellt sich halt, ob man die Daten der Bevölkerung zur Verfügung stellen kann und trotzdem die Daten relativ sicher sind. " (Bernhard, 2018)
- "Nein da sehe ich kein Problem. Datensicherheit heißt im Abwasser, die Sicherung der Daten vor Verlust. Beim Trinkwasser ist es sehr großes Problem, da geht es um Sicherheit vor Wahnsinnigen." (Atanasoff, 2018)

## L Digitaler Zwilling

(ergänzt in Inhaltsanalyse 2)

**Definition:** Die Kategorie greift sämtliche Aussagen auf in denen das Thema Digitaler Zwilling thematisiert werden.

**Beispiele:**

- "That is one step more mature than a BIM-Model, because it adds static and dynamic data. Digital twins as a concept says much more about the physical/digital environment and how can I use both to understand what's happening but also to make better-informed decisions." (Brink,2021)

## 13.2 Anhang 2 Interviewleitfaden

# INTERVIEWLEITFADEN

**Interviewpartner:** Name, Vorname

Unternehmen/Aufgabenbereich/Position im Unternehmen

### 1) Vorabinformationen [circa 5 min]

#### a) Überblick:

Die Masterarbeit beschäftigt sich mit den Herausforderungen und Chancen beim Einsatz von Building Information Modeling [BIM] in der Abwasserwirtschaft und welchen Mehrwert die Methodik und digitale Zwillinge über den gesamten Lebenszyklus schaffen können.

In einem ersten Schritt wurden vorhergehende Experteninterviews einer bestehenden Arbeit am Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz der Universität für Bodenkultur Wien mittels Inhaltsanalyse auf entsprechende Kernthemen, die in der österreichischen Wasserwirtschaft in Hinblick auf das Thema BIM von besonderer Wichtigkeit sind, untersucht.

Die Masterarbeit vertieft in einem weiteren Schritt die identifizierten Themen und spiegelt Bedenken sowie Möglichkeiten mit Experten, deren Arbeitsalltag bereits heute BIM beinhaltet.

#### b) Interviewablauf

#### c) Datenschutzvereinbarung

### 2) Themengebiete und Fragen [circa 50 min]

#### a) **Anwendung der BIM-Methode (Relevanz Abwasserwirtschaft** [circa 10 min]

- Wie schätzen Sie den Digitalisierungsstand in der Abwasserwirtschaft im Vergleich zu anderen Sektoren ein?
- Inwiefern ist die BIM-Methode für Ihre Arbeit in der Siedlungswasserwirtschaft relevant?
- In welchen Teilbereichen [ARA-Planung, Netzerweiterung, Kanalsanierung, etc.] macht BIM aus Ihrer Sicht Sinn?

**b) Anwendung der BIM-Methode (Chancen/Herausforderungen) [circa 15 min]**

- Welche Vorteile sehen Sie konkret in der Anwendung der Methode?
- Welchen Herausforderungen sind Sie in der Anwendung von BIM begegnet?
- Sind Projekte im Abwassersektor zu klein, um BIM profitabel einsetzen zu können?
- Inwiefern spielt die Größe eines Unternehmens/Verbands bei der Umsetzung neuer Technologien eine Rolle?

**c) Schnittstellen/Standards [circa 5 min]**

- Gibt es Probleme beim Datenaustausch in Ihren BIM-Projekten?
- Braucht es Ihrer Meinung nach eigene Standards für die Siedlungswasserwirtschaft?

**d) BIM im Betrieb [circa 10 min]**

- Welche Vorteile sehen Sie durch eine BIM-basierte Planung/Bauausführung in weiterer Folge für den Betrieb?
- Wie können digitale Zwillinge bei der Erhaltung und Sanierung von Abwassernetzen in Zukunft helfen?

**e) Rolle der Politik [circa 10 min]**

- Was fehlt Ihrer Ansicht nach, um die Digitalisierung in der Abwasserwirtschaft weiter voranzutreiben?
- Auf welche Art und Weise kann der Staat hierbei eingreifen?

**3) Conclusio [circa 5 min]**

### 13.3 Anhang 3 Transkript IP1 M.Sc. MBA Bart Brink

## TRANSKRIPT

**Interviewpartner:** Bart Brink M.Sc. MBA

VK architects & engineers, Digital & Innovation Director BuildingSMART International,  
Chair Digital Twins Working Group (DTWG)

**Datum:** 16.11.2021 09:00 – 10:00

**Ort:** online via Zoom

#### [1] F: What is the role of the government in digital transformation?

A: Let me start maybe with an overall reflection on digital transformation in the industry, then more particular into the government's role in it. I think (it's most important) that we acknowledge each time we talk about these topics, we talk about transitions and transformations here. It's not a question of good or bad. Or who is digitised how far? - As an industry we need to change the way we work. Why? There are a couple of reasons:

We need to make sure that we deliver quality and use the best way - use all information we have to make the best decisions.

For example, for designing water infrastructure or to optimize it, we need the best decisions from various perspectives. Not only the operational perspective, but increasingly the sustainability perspective, legislation perspective etc. And since there are all kinds of external developments around that, this is quite complex these days.

We see that data and digital technology help us to understand this, deal with those challenges and use data to collect insights, information that in the end helps us to make better informed decisions. Digital transformation in the sector is happening. It's a transition we gradually see organizations and engineering firms need to pick up.

But they do it in different paces. Some do it because they firmly believe in adopting BIM as an example of a digital transformation-element, a new way to be much more efficient in a way that they design. Some are more behind and then start running. I think we all still need to find out, what digitisation means and what it takes. You can look at it from an opportunity perspective, but also from a risk perspective.

I think, by adopting BIM, an opportunity is immanent. BIM is rather a way of working than a solution - you put information and data in the core of what you do - instead of the design as such. And by doing so you have better interaction in the design process and within the design team, but also the handover of information and the asset lifecycle will become much more efficient.

We're much better able to judge whether we deliver quality. There is clearly a potential here.

On the other hand, there is also risk, because it's new. And new means, it might work or not. It requires different skills and different capabilities. It fundamentally changes the way we work. And from a project manager perspective, who has the objective to meet goals within time and within budget - BIM can be perceived as risk. They see it as an additional risk factor in their project and risk results in more costs, not delivering in time, unsatisfied clients and in the end in no value

creation. And due to this situation: Yes, we see the opportunity, and we see the risks as kind of thresholds that hold back in adaptation.

And that's where government comes in! Because the government can help in these transitions to take away barriers in a couple of ways. One is: Often governments are the largest owner of infrastructure. They can ask questions and help create environments where we can experiment and where we can learn. Whether it is through government funded innovation programs, whether it's in designing the infrastructure of a country, they play a critical role in adopting that. And besides, there can be regulations, there can be legislations, like i.e., in the UK they implemented a BIM standard. If you want to work for governments, you have to comply with their standards. But you need to find the balance between the carrot and the stick, so to speak. Again, opportunities bear risks. Where do you force a certain dimension, etc.? I think from a process perspective, this is a transition. Companies are at different stages of development and governments should facilitate that transition by taking away barriers and creating environments to explore. And increasingly take a leading role, because they also see they need to do it. To make sure that we don't reinvent the wheel at too many places at once. Within government organizations and across sectors.

**[2] F: I think especially the risk-factor for project managers / engineering firms (perspective) is a quite important topic.**

A: And for clients as well! I think it's not just that the engineering firm must change their process, also the client has a role to play, which is changing. And if they don't understand that or don't change the way they ask their questions, they can't expect engineering firms to change. It's (interlinked). There is the ISO 19650, the standard on how to adopt BIM, there's also a clear explanation for what the client must define. I.e., with the EIR (Employer Information Requirements) they have to define these requirements. You can't expect the designer to do that.

**[3] F: How would you rate the environment for digital transformation in the Netherlands? Is it risk friendly?**

A: There are huge differences between sectors, between countries, within organisations and between organisations. I would say, when you take a sector-perspective on a global level, the automotive and the aerospace-sector is more advanced than other sectors. Because they manufacture critical assets with large costs involved. When you don't do that right, you get a lot of costs.

There is a reason for digitisation-levels in certain sectors. The energy-sector is often a little bit more advanced than the water sector, but also the water sector is increasingly moving and needs to move.

There are sector differences and when you look at countries there is a difference as well.

The UK, I think, leap-frogged quite well when they put their legislation on BIM in place 5 years ago. By putting their top-down imperative into the market. "That's the way you now need to work" and so the market adapted to that quite quickly.

But the bit fault of that is that you focus too much on the rules and regulations instead of the innovation-journey. You get into a compliancy-mode instead an innovation-mode.

I think what we did in the Netherlands is more an integrated dialogue between government, market, engineering-firms, suppliers and key-clients about how we can change the way we work overall. I think there is much more co-creation to make this work.

The Netherlands is a quite digitised country for multiple kinds of reasons: There is a cultural and entrepreneur element in it, but we are also a country with one of the largest datacentres in the

world. Amsterdam is really a hotspot for this – which gave us always the ability to have enough computing-power at a low cost.

I think the water-sector is quite advanced when it comes to digitisation. Which is also because the Netherlands are quite interlinked. We have always been strong in coastal protection, water treatment, etc. It is a non-competing environment with a lot of sharing and working together.

**[4]F: For example, also Germany and Switzerland will require BIM in federal infrastructure projects – do small engineering-firms have to prepare for that?**

A: I think that is one of the challenges for societies and governments. Where to play and where not to play, where to regulate and where not to regulate?

Things get more and more interconnected. It's not just a pipe from A to B, but it's a part of a bigger system. We are creating all kinds of complex interfaces and systems of systems. Digital Twin Agendas on national levels show that. They say we have to build all kind of information-systems around infrastructures and make sure that these individual systems are connected. They must be able to exchange information without becoming one really complex system that nobody understands. An ecosystem of multiple digital twins.

You need agree on how to deal with certain topics: How to deal with privacy, interoperability of data (IFC, etc.), data-ownership? Do we as governments allow the storage of our data on an American server/cloud?

In that transition sometimes the idea of “the carrot and the stick” help.

The carrot should be the main focus: How can we get people on board and show them the benefits and inspire them with best practices and examples?

The stick can be for example to change the requirements for engineering firms, define regulations or make procurements with the ISO-BIM-standard, for example.

I expect there will be increasingly procurement-settings related to digital twin/BIM.

But I don't expect that regulations, which force people to work a certain way, are the right way to make changes happening. It's in the interest of governments to make sure that the whole market can adapt and not just the happy few.

**[5] F: But on the other hand, the rijkswaterstaat starts the INFRA-BIM working-group in 2012 and invented an open BIM exchange-standard. The as-built model was delivered in a certain standard. That worked quite well, didn't it?**

A: I think this are steps on the journey. Something works, something doesn't. A big program on rijkswaterstaat is about Air-BIM and about OTL (Object Type Library). It is about how to structure information and how the information from the design-process can be used for maintenance processes and vice versa.

For the transformation of the sector, these are valuable initiatives. There is the environment context for experimentation and dialogue to look, how we learn from each other instead of competing with each other.

The longer-term perspective is that we make sure:

- a) How do we make data relevant across the asset-lifecycle – i.e., the as-built model as an important part of the journey.

- b) And when we do that? In what condition are we doing it? Which open standard do we use? What does it mean? How do we make sure that it is the right standard not only for the infrastructure but also for IoT or something like that?

**[6] F: How did the Dutch wastewater sector apply BIM? In which subdomains?**

A: In general, it's still in its early days. Adopting BIM to its full extent is hardly happening. You see that people still must get known to it. Having said that, BIM is perceived for its focus on Designing and increasingly Construction, while it should be applied around the asset-lifecycle.

Although BIM goes beyond 3D-Modelling, a lot of emphasis is on the 3D-Model (geometrical). And that is what you see in many sectors. But there are also examples where we go beyond the 3D-Model, not just to construction but also to operation with an as-built twin. But this is still quite new.

BIM, in its simple version, is majorly for design and construction. Today, there are the questions like: what does an engineer design? What does he hand over to the contractor? Who is liable for that information? That's still where we are. What is currently happening is that the engineer designs a 3D-Model and the contractor is developing their own 3D-Modell again, because they want to make sure what's in there is correct. They are liable for the construction. If the 3D-Modell is the base for their construction, they want to make sure that they have made the right 3D-Model. There is just an issue with trust in the way how we collaborate across those phases.

Within the client-organisation and engineering-firms, there is a limited amount of people who can understand what they can improve by using BIM, especially on a more conceptual-level. Project-Managers still see it as a risk sometimes, as I said before.

**[7] F: Is there a need for guidelines and best practices?**

A: I think, there is a need for transformation. And transformation comes from inspiration, best-practices, guidelines, training-programs and coaching on the job. And not only for the people on the universities, but more importantly for people, who are in practise for 20-30 years. We need to rethink how they used to work and then change the way they work fundamentally. This is a huge transition.

**[8] F: You said that BIM is more for design and construction, is maintenance where digital twins get relevant?**

A: Yes, to a certain extent. I think, "digital twins" is a multidimensional topic. BIM, by theory, should go across the lifecycle of an asset. But often BIM focuses much more on the static information of the asset. Data from construction, climate-insulation and hardware need to be applied into it. In practise, we see that it stops after design and construction. Digital Twins are kind of a next level that comes after BIM.

BIM is a foundation for digital twins. Because with a good BIM-process, you fundamentally think about information and about creating, storing and sharing that information across multiple Stakeholders. This information is the basis for digital twins. Then you start to add other information, for example IoT-data or weather data. The simplest form of a digital twin is often called an asset-twin. A twin where you have the as-built situation. By adding i.e., IoT-data, you get a virtual replica of a physical situation in a certain moment in time.

And that is what a lot of clients are asking for today. What is happening in that moment of time in my factory or my office-building? To get an insight into that situation, you are combining various data-sources.

That is one step more mature than a BIM-Model, because it adds static and dynamic data. Digital twins as a concept say much more about the physical/digital environment and how both can be used to understand what's happening but also to make better-informed decisions.

Running simulations on the digital replicas gives you advices on how to adapt several settings.

You can also use digital-twin concepts without having designed your asset with BIM/3-D Model. I wouldn't draw it too black and white, like digital twin is operation and BIM is Design and Construction.

**[9] F: How would you rate the digital maturity of the water sector compared to other construction sectors? Specially to have an appropriate base for digital twins.**

A: In operation, the water-sector is already using a lot of dynamic data to manage the operations. They have large control-rooms to manage waste-water treatment plants and alike (i.e. implementation of SCADA-systems). Technologies like that are much advanced in the water-sector. On the operational side they are quite mature.

But in designing, shaping and building facilities, they are definitely less mature. And therefore, it's a little bit awkward. Because they already kind of use digital twins for their assets. But they are not used to the more simple way of an asset-twin/3D-model, they lack that. The water-sector must turn kind of into a different direction compared to other sectors.

For example, in the infrastructure-sector it is the other way around. They have hardly a digital twin for operation, but we design with BIM.

I would say there is more knowledge in operational-data and the belief into what digital data can do , but their transition is more on the CAPEX-side that on the OPEX-side. And when they leap-frog or learn from what other sectors have been doing around adopting BIM, they can get further quickly on their learning-curve. And in that way the sector can climb up the ranking of digitized sectors. I think the water-sector is a hidden pearl in the market. What not many people realize is that it is advancing in digitalisation. Especially in the Dutch market there is a real need for it due to the complexity of the systems, but also the labour-skill development. A lot of people will retire in the next couple of years, so they have to look for a way to deal with that. There is a clear urgency to change.

**[10] F: Is a basic GIS of the infrastructure important for the way to a digital twin?**

A: It's a transition and in my opinion two things are important:

- a) It's all about people, processes and technology – you need to work on all three elements in a coordinated manner.
- b) You need to make sure what the business-question (use-case) is? What do we want to solve? To answer that question, I must know what information I need and how I get to that information in the right quality, quantity and frequency?

Those two perspectives will identify what you need first and what you need later. In practice you see that a basic information-model is crucial to take first steps in that.

A 3-D Model of your asset in a certain level of detail helps a lot as a basis. Then you can start adding other information or functionalities to it. You can start adding additional data sources for a

specific business-question. For example, begin using an information-layer to start simulations with it, because then you can explore different scenarios.

One important thing is to get basic information and an asset-register of your system. Then you have to make sure that your data stays up to date. And what does up to date mean for you? Every 6 months? Every hour? Every Minute?

You build up your specific digital twin step by step. And it is not just a replica of your asset, but it's a twin of your whole operations and your value chain.

It's a journey of structuring and building up a digital twin and an early part of that journey is to build up a GIS and an asset-register.

**[11] F: How could a digital twin help in case of demand-oriented maintenance?**

A: If that's the business question, how do we make sure the cleanliness of the sewer is at a certain level or threshold, how do we measure that and how can a digital twin of the sewer system be a value to that.

What kind of information do I need to have of the system, the data, the sludge-level, etc.? To be able to have the right level of insight of the condition at the moment, but also to simulate upcoming events to prevent disfunctions in the future?

That's something we're currently doing in the UK. We're implementing a digital twin of a whole sewer network, simply by putting sensors into the sewer network to get an actual insight of the network-status. But on top of that, the sensor is for example measuring water-pressure. We use that data for our algorithms to identify where in the network - across all those sensors - we will have the biggest issues and where we need to order several maintenance-actions.

This is a program of 100 Mio. Pounds. There is a clear business-case, because the cost of not doing anything is even higher.

**[12] F: Do you think in the future the smart city concept is just a topic big cities can afford or will every municipality have that?**

A: The bigger the city gets, the more complex it gets. I never would say its only for the happy few. I think there are differences between a larger city and a smaller city. A larger city can afford the progress more easily. A smaller city might be dependent on external sources, like consultants, partners, or other cities.

But they all have, in their own way, a business question to answer. Just the scalability might be smaller in a smaller city than in a bigger one.

The larger cities will more likely be front-runners, while the smaller cities will be followers. But they will learn from the others, they will not make the same mistakes again and can apply more proven technologies. With proven technologies the costs go down. They might be later, but I don't think they will be excluded. Then you come back to national governments: How do they make sure that there is the right environment to share the knowledge and learn from each other? They can achieve that for example with Benchmarking, sharing best practices, making events about it, etc.

Governmental and European funded programs are for example often about field-labs, so that also the smaller ones can learn from it. So, government plays an important role in it.

**[13] F: Can you tell me something about Royal Haskoning's software "aquasuite" and the projects in Singapore (POB) ?**

A: The challenge with wastewater systems is that you have various assets in your system: sewer, pipes, treatment plants, etc.

You have dynamic processes there and it's really important to manage these processes in a smart way. You must gather information, use information, monitoring this whole cycle. 15-20 years ago, we were already doing projects for water companies? to their water-quality. What we found at this time already, was that what we were doing is quite repetitive. Every time we were asked to design a sewer system or to optimize it, we used the same kind of methodologies and models.

Aquasuite is now a software package, which focus on following use-cases: leak-detection, overflow management, monitoring, control and optimization of the sewer system also using AI and Machine-Learning to predict what's happening in the system.

For example, to get early alerts for over-capacity, potential leakage in the system, etc. POB was one of the clients, which were using this software to manage parts of their system in that way.

We never called it that way, but you can see that as a kind of digital twin of the sewer-system. Not only with the monitoring but also the controlling and the algorithms in there.

It is a virtual replica of the physical environment where we use algorithms and models to make better informed decisions about how to optimize that system.

Its more for the operational waterflow and doesn't focus that much on the asset itself.

**[14] F: So there doesn't have to be a 3D-Model of the asset to make a "digital-twin"? For example, at the treatment plant in Singapore?**

A: You need 3D if you want to make things visible, but in this case, you just need to know several points in the system. For example, the points where you have your sensors.

You must know the location, but whether it sits high or low doesn't matter. Why do we need a 3D-Model for this occasion anyway? Aquasuite doesn't need 3D information.

**[15] F: So, it's always the use-case as you mentioned before?**

A: Reasons for 3D are for example, clash-detection or visualization. In my opinion, 3D doesn't make sense for monitoring and operating a sewer-system.

**[16] F: Is the Dutch sewer-system already digitalized?**

A: It's on its way but it's not finalized. We have projects where we collect all the basic information in one public system. That is now finished – that took us 10 years. It's still static data and not a dynamic thing. On the static side we are quite advanced but on the dynamic side we are not.

## 13.4 Anhang 4 Transkript IP2 Dipl.-Ing. (FH) EMBA (FH) Marco Nessier

### TRANSKRIPT

**Interviewpartner:** Marco Nessier, Dipl.-Ing. (FH) EMBA (FH)

Hunziker Betatech AG, Abteilungsleiter Abwasserreinigung Bern

**Datum:** 01.02.2022 13:00 – 14:00

**Ort:** online via Zoom

#### **[1] F: Wie ist der Digitalisierungsgrad der Leitungsnetze (unabhängig von BIM) in der Schweiz?**

A: In der Schweiz haben wir seit mehreren Jahrzehnten die Generelle Entwässerungsplanung (GEP). Bei meinem vorgängigen Arbeitgeber hatten wir bereits 2005 eine GIS-Software für die Siedlungswasserwirtschaft. Das war für uns ein wichtiges Arbeitswerkzeug. Wir hatten Informationen zu den Schächten, dem Zustand oder der Hydraulik. Es war ein 2,5 D Modell mit einer Plangrundlage und entsprechenden Informationen über die Objekte.

Die großen, renommierten Planungsbüros benutzen diese GIS-basierten Tools schon länger für Ihre Planung. Kleinere Gemeinden und deren Ingenieure haben 2D CAD-Pläne erstellt und Infos zu den Anlagenteilen in entsprechenden Excel-Listen verwaltet. Diese werden oft nicht nachgeführt.

Größere Städte und Gemeinden hatten zumindest einmal einen kompletten Datensatz. Im weiteren Verlauf kommt es auf die Strategie des Bauherrn an. Der eine Bauherr lässt die Daten jährlich nachführen, andere lassen einmal ein Leitungsinformationssystem (LIS) erstellen, weil es gefordert ist und machen 15 Jahre nichts mit den Daten.

Wir haben uns auf regionale Verbands-GEPs spezialisiert. Dabei werden von allen Gemeinden (zum Beispiel 20-30 Gemeinden) im ARA-Einzugsgebiet die GEP – Daten über eine definierte Schnittstelle gesammelt.

Mit den Daten werden zum Beispiel hydraulische Simulationen über das Gesamte Einzugsgebiet durchgeführt. Vor 10-15 Jahren wurde die Hydraulik oft von jeder Gemeinde einzeln berechnet.

Die Netzbetrachtung und die Netzbewirtschaftung im Verband sind seit circa 5 Jahren ein großes Thema. Zum Beispiel für Fragestellungen wie: Macht es Sinn bei der Gemeinde A mehr Wasser weiterzuleiten und bei der Gemeinde B zu entlasten, weil der Vorfluter geeigneter ist. Netzbetrachtungen haben ein großes Potential in der Schweiz.

Die Tools, Richtlinien und das Knowhow sind vorhanden. Die Umsetzung läuft aber erst langsam. Oft erkennen Bauherr/ Gemeinde den Nutzen und die Wichtigkeit einer langfristigen Planung nicht.

#### **[2] F: Wird hierbei der ISYBAU - Standard verwendet?**

A: Wir verwenden den Schweizer DSS – mini Standard (Datenstruktur Siedlungsentwässerung), der auch von der VSA entwickelt wurde.

**[3] F: Was braucht es, um die Digitalisierung weiter voranzutreiben?**

A: In der Schweiz wird viel gefördert. Leider ist das Interesse der Gemeinden für eine digitale Siedlungswasserwirtschaft noch nicht verbreitet. Kleinen Kommunen fehlen Ressourcen und Know-how, neben der Siedlungswasserwirtschaft sind dieselben Personen oft auch für Schulhäuser, Amtshäuser und Sportplätze verantwortlich. Ein Gemeindepräsident definiert sich nicht durch eine funktionierende Abwasserreinigung. Daran hapert es vor allem in den kleinen Gemeinden. Große Städte haben ein größeres Interesse an einem funktionierenden Abwassersystem.

**[4] F: Bei welchen Bauprojekten verwenden Sie BIM?**

A: Hierbei müssen der Leitungsbau und die Kläranlagen/Sonderbauwerke getrennt betrachtet werden. Bei Hunziker Betatech wird BIM bei Kläranlagen, Pumpwerken und Regenbecken bei einem Bauvolumen ab circa 1 Million angewendet. Leitungsprojekte machen wir konventionell, außer bei großen Durchmessern.

**[5] F: Mit dem Aktionsplan Digitale Schweiz wird BIM im Infrastrukturbereich ab 2025 für alle bundesnahen Betriebe Pflicht. Was wird sich für die Schweizer Abwasserwirtschaft demnach verändern?**

A: Seit 2021 ist BIM im Hochbau verpflichtend anzuwenden. Das wird nicht überall umgesetzt, sowohl Planer als auch Bauherren sind noch nicht so weit.

Ich denke 2025 wird das Ziel bei bundesnahen Projekten (Straßen, Autobahnen, Tunnel, etc.) mit BIM zu planen erreicht werden. Kläranlagen zählen hier nicht dazu. Diese gehören nicht dem Bund, sondern Gemeinden bzw. Verbänden. Für die ist BIM nicht verpflichtend.

Solange die Gemeinden und Verbände nicht dazu verpflichtet werden, werden Sie es kaum fordern. Die Ingenieurbüros haben den Mehrwert erkannt und setzen die BIM-Methode ein. Was jedoch konkret umgesetzt wird entscheidet jedes Büro für sich, was aus meiner Sicht nicht falsch ist. Die Ingenieurbüros sollen mit BIM ihre Qualität verbessern und ihren Aufwand reduzieren. Der Nutzen für den Betrieb wird bei der Projektierung nicht berücksichtigt, weil die Vorgaben vom Betrieb fehlen.

**[6] F: Das heißt es wird nur auf jetzige Investitionen geschaut und nicht auf den späteren Betrieb?**

A: Richtig. In Kommunen wird das Budget für Investitionen und jenes für den Betrieb zum Teil von unterschiedlichen Abteilungen verwaltet. Die Betriebskosten sind öffentlichen Institutionen oftmals nicht so wichtig. Die Investitionskosten müssen argumentiert und genehmigt werden – die Betriebskosten ergeben sich.

**[7] F: Man könnte das Planen mit der BIM-Methode ja auch argumentieren, indem man den Mehrwert eines Modells für den Betrieb aufzeigt?**

A: Die Volksvertreter sind für vier Jahre gewählt, die interessieren sich für Ihre Amtszeit. Einsparungen in 20 Jahren sind dementsprechend für Ihre Amtszeit nicht relevant. Ich denke das ist nicht nur ein Problem in der Schweiz, sondern gibt es in anderen Ländern genauso. Es wird von Kanton und Bund auch nur die Investition subventioniert. Die öffentlichen Anreize, um auf den Betrieb zu schauen sind zu wenig vorhanden. Wir haben somit kaum Möglichkeiten die Investition um 1 Mio. Franken zu erhöhen, um in Zukunft unsere Betriebskosten zu minimieren.

Es gibt Auftraggeber die haben Interesse an aktuellen Plan- oder Modellgrundlagen bei denen unterhalten wir diese Grundlagen, wir führen auch Projekte nach, welche unsere Mitbewerber

realisiert haben. Aber das sind deutlich weniger als 10 % unserer Kunden, die darauf Wert legen. Wir haben 3-4 große Kunden, bei denen die Daten konsequent jährlich nachgeführt werden. Ich habe das Gefühl, wenn es früher mit 2D – Plänen nicht gemacht wurde dann wird es mit einem Modell auch nicht geschehen.

**[8] F: Seit 2016 hat sich Hunziker Betatech AG dazu entschlossen BIM bei der ARA-Planung einzusetzen. Was waren die ersten Schritte?**

A: Wir hatten zunächst jemanden von AutoDesk eingeladen, der uns einen rudimentären Vortrag im Rahmen von circa 50 Mitarbeitern über die Ansätze von BIM hielt. Daraufhin gab es die Entscheidung, dass wir ein Pilotprojekt machen. Unser Vorwissen war Null. Wir hatten keine Ahnung von BIM und wir wussten auch nicht welche Software für uns die passende sein würde. Wir mussten also auch unterschiedliche Software evaluieren.

**[9] F: Hatten die Mitarbeiter bereits Erfahrung mit BIM / Revit?**

A: Nein, wir haben mit den bestehenden Leuten die Software getestet und haben Sie auf einen Crash-Kurs (2-5 Tage) geschickt. Anschließend haben wir Weiterbildungskurse in der Schweiz evaluiert. Im ersten Jahr hatten wir zwei ausgebildete Mitarbeitende. Anfang 2016 haben wir dann am Pilotprojekt Stapelbecken CSL Behring gelernt BIM anzuwenden. Es war bewusst gewählt welche Konstrukteure wir für diesen ersten Schritt nehmen. Es waren unsere innovativen „IT-Cracks“, weil wir auch wussten, dass Sie sich das Programm im Selbststudium aneignen müssen. Wir haben es einfach gemacht. Eigentlich wie man es nicht machen sollte. Aber für unsere Firma und die involvierten Leute war es der richtige Weg. Davon bin ich überzeugt.

**[10] F: Waren die Kurse von Mensch&Maschine?**

A: Der erste Kurs wurde von einer anderen Firma durchgeführt. In den letzten Jahren haben zahlreiche Mitarbeitende Weiterbildungen von Mensch&Maschine besucht, nicht nur Konstrukteure.

**[11] F: Gab es zu der Zeit auch andere Büros in der Schweiz mit denen man sich bereits austauschen konnte?**

A: Im Abwasser Bereich waren wir lange die Einzigen und sind auch heute noch in der Spitzengruppe. Unsere Konstrukteure nutzen Revit und neue Projekte werden meistens in der BIM-Methodik realisiert. Die Prozesse werden standardisiert und angepasst. Projektleiter und Projektingenieure arbeiten auch mit der BIM-Methode.

**[12] F: Wie werden seit der Einführung von BIM Ausschreibungen erstellt? BIM - basiert oder konventionell?**

A: Öffentliche Ausschreibungen (v. a. große Baumeisterarbeiten) machen wir immer noch konventionell. Einzelne Rohrleitungsarbeiten haben wir bereits mit dem Modell ausgeschrieben. Da sind wir noch in der Versuchsphase. Hier haben wir bereits erste Erfahrungen gemacht, aber die wirklich großen Ausschreibungen machen wir immer noch konventionell.

**[13] F: Aber die Massenermittlung geschieht über das Modell?**

A: Ja, genau!

**[14] F: Haben Sie eigene Objektklassen für Anlagenteile im Revit erstellen müssen?**

A: Wir haben uns eine Bibliothek aufgebaut. Hier haben wir praktisch alles selbst nachmodelliert und haben jetzt eine relativ große Datenbank von Anlagenteilen.

**[15] F: Wie haben Fachplaner und Lieferanten reagiert? Schränkte die Voraussetzung von BIM die Auswahl von Partnern ein?**

A: Wir haben 1-2 Jahre den Wechsel auf die BIM-Methodik thematisiert und haben bewusst mit gewissen Lieferanten Tests durchgeführt. Es hat sich gezeigt, wer will, der kann. Das merkt man jetzt auch. Ein paar Lieferanten haben von Anfang an mitgemacht und gute Ideen eingebracht. Die Firmen, die eher abgeblockt haben, haben jetzt Probleme. Wir schreiben bei den Lieferanten jetzt mehr digital aus, auch was Informationen angeht. Es geht nicht nur um Geometrie, sondern auch um die Datenbeschaffung. Alle relevanten Lieferanten sind in den VSA-Gruppen dabei. Aber nicht jeder Lieferant hat seine Prozesse bisher umgestellt.

In den nächsten Jahren werden alle großen Ingenieurbüros Ihre Ausschreibungen anpassen und standardisieren (digitale Ausschreibung). Wenn sich ein Lieferant dann weigert, wird er vermutlich langfristig Schwierigkeiten haben. Wir haben uns geeinigt, welche Daten wir fordern. Wir verwenden die CoBie-Schnittstelle. Das Austauschformat wurde auf die Schweizer Bedürfnisse angepasst. Die Lieferanten können Ihre internen Prozesse anpassen, damit Sie diese Daten automatisch liefern können oder es wird es händisch eingegeben. Was wir nicht mehr haben wollen sind Datenkataloge, in denen wir uns die entsprechenden Informationen selbst raussuchen müssen.

**[16] F: Haben große Lieferanten, die sich zum Beispiel eine BIM-Bibliothek Ihrer Produkte aufgebaut haben einen Vorteil?**

A: Kläranlagen sind Projekte und keine Produkte. Wir haben selten standardisierte Bauteile wie im Hochbau. Hier arbeiten wir eher mit Prototypen. Die größeren Aggregate werden auf Bestellung produziert, standardisierte Modelle sind nicht durchgängig umsetzbar.

**[17] F: Welche Herausforderungen gab es bei der Planableitung?**

A: Bei einem Projekt sind 3-5 Fachplaner involviert. Jeder Fachplaner arbeitet in seinem Fachmodell und seiner Software. An irgendeinem Ort müssen sämtliche Fachmodelle koordiniert werden. Erfolgt die Planableitung zum Beispiel im Revit, erhältst du vom externen Lüftungsplaner in der Open-BIM Methode eine IFC-Datei. Beim Platzieren eines Schnitts werden alle Revit-Objekte sehr schön dargestellt. Die gesamte Lüftung wird jedoch als Block dargestellt. Somit hast du für jedes Nicht-Revit-File Probleme beim Darstellen von Schnitten.

Wir wurden von den Schwierigkeiten bei der Planableitung überrascht. Ob Pläne in der Zukunft notwendig sind, wird sich zeigen. Im Modell sind alle Informationen vorhanden, welche für die Planung notwendig sind.

Ein zweiter spannender Punkt bei den Plänen waren die Darstellungen, Das heißt, dass zum Beispiel im UG-Grundriss Bodenöffnungen vom Erdgeschoss dargestellt wurden. Bei Planableitungen aus dem Modell werden Objekte im Rücken nicht mehr dargestellt. Das sind über Jahrzehnte gelernte Darstellungsgrundlagen, die so nicht mehr möglich sind.

**[18] F: Werden denn dann vom Auftraggeber/Partnern gar keine Pläne mehr in Papierform verlangt?**

A: Es gibt beide Extreme, von 100 % arbeiten mit BIM-Viewer zu 100 % Plänen. Es ist schwierig, wenn ein Kunde BIM bestellt und dann noch 100 % Pläne fordert. Der Aufwand wird verdoppelt. Und das Gefühl, dass mit einem Modell schnell und einfach sämtliche Schnitte erstellt werden können, ist falsch. Den Aufwand der Plangestaltung wie Vermassung und Beschriftung fällt nicht weg.

**[19] F: Das heißt beim Modell kann ich nicht davon ausgehen, dass ich gleich automatisch perfekte Schnitte generieren kann?**

A: Nein, das geht nicht. Einen Initialisierungsaufwand hat man immer. Zwischen Modell, Grundriss und Schnitt gibt es keine Differenzen. Anpassen des Modells die Abänderungen in den unterschiedlichen Ansichten mitgeführt werden. Zum Beispiel, wenn eine Bodenöffnung um 30 cm verschoben wird, dann ist das auf jedem abgeleiteten Plan auch mitgeführt. Aber den Aufwand mit Bemaßung und Raumbeschriftung hat man immer noch.

**[20] F: Gibt es denn schon komplett papierlose Baustellen bei Ihnen?**

A: Bei der Kläranlage Zürich arbeiten wir mit dem Baumeister papierlos. Das funktioniert gut. Für Implenia ist das das erste Projekt komplett ohne Pläne. Da sieht man, dass wir anscheinend schon weit sind in der Schweiz, wenn so ein großes Bauunternehmen mit uns das erste Projekt macht.

**[21] F: Da muss aber auch der Polier und die Kräfte auf der Baustelle mitspielen?**

A: Sämtliche Beteiligte müssen bei der BIM-Methode mithelfen. Interessant war, dass der Eisenleger (bei Ihm hatte man den größten Widerspruch erwartet) von Anfang an begeistert war.

**[22] F: Statt den Plänen hatte dann jeder sein Tablett?**

A: Genau, jeder hatte sein Tablett. Wir haben keine Schnitte erstellt, weil im Modell jede Person die Ansichten legen kann, wie man will. Das funktioniert gut. Obwohl es ein Pilotprojekt ist, ist man im Zeitplan. Man hat keine Verzögerungen, obwohl man anfangs viele Diskussionen hatte. Der Bauablauf ist gewährleistet und es funktioniert.

**[23] F: Wenn der Auftraggeber keine Erfahrung von BIM hat – ist das ein Hemmnis für die Einführung der Methode? Wie kann das AIA-Dokument der VSA-Gruppe helfen?**

A: Das ist mit Sicherheit so, aber das war bisher auch nicht anders. Auch bei allen anderen Projekten haben die Bauherren oft wenig Projekterfahrung. Viele Kommunen haben eine Kläranlage, bei der alle 20 Jahre ein 30 Mio. Projekt durchgeführt wird. Auf Bauherren-Seite ist selten von Anfang an ein Fachmann dabei. Also ist das kein neues Thema.

Für mich ändert sich nichts. Es ist eine neue Methode, aber auch alle konventionell ausgeführten Projekte haben entsprechende Normen und Abläufe, welche die Auftraggeber nicht kennen.

In der VSA-Arbeitsgruppe haben wir einen Bauherrn der BIM-Erfahrung hat und einen ohne Erfahrung. Das war bewusst so gewählt.

Der Leitfaden soll für Bauherrschaft, Planer und Unternehmer ein gemeinsames Verständnis schaffen. Dadurch haben alle dasselbe Verständnis.

Die VSA-Arbeitsgruppe soll gemeinsam ein Gefäß bilden damit wir Ausschreibungen standardisieren können, dies geschieht mit dem AIA. Das heißt was gehört in der digitalen Planung als Grundleistung dazu und was sind mögliche Zusatzleistungen. Dass das bei jedem Projekt neu definiert wird, ist nicht zielführend.

Der Bauherrschaft einen cloudbasierten Viewer zur Verfügung zu stellen ist eine Grundleistung, das Modell in einer VR-Brille zur Verfügung zu stellen ein Zusatz. Wir wollen definieren, was der Kunde unbedingt braucht und was „nice to have“ ist. Die ganze technische Umsetzung dahinter ist für den Bauherren nicht relevant. Wir wollen Standardleistungen für ein BIM-Projekt definieren.

**[24] F: Der IFC Standard wurde für den Infrastrukturbereich erweitert (IFC 4.3), ein eigenes Paket für den Siedlungswasserbau gibt es jedoch momentan noch nicht. Was waren Ihre Erfahrungen mit der Datenübermittlung?**

A: Wir arbeiten immer noch mit IFC 2x3. Da viele verschiedene Programme in der Schweiz eingesetzt werden, wird eine Schnittstelle eingesetzt, die von allen Programmen gelesen und geschrieben werden kann. IFC 4 funktioniert nicht. In der Gebäudetechnik wird selten mit IFC 4.x gearbeitet. Eine andere Möglichkeit ist mit nativen Daten zu arbeiten. Wir waren längere Zeit nicht bereit, unsere nativen Daten rauszugeben. In den Revit-Familien ist viel Know-How drin. Zum Beispiel bei unseren intelligenten Objekten: Wenn wir zum Beispiel einen MID auf einer Leitung platzieren, generiert es die Zulauf- und Auslaufstrecken mit Verjüngung automatisch. Bei einem Schieber lassen sich Pneumat, motorisiert oder Handschieber wechseln, ohne ein neues Produkt einzusetzen. Auch beim Ändern vom Leitungsdurchmesser verändert sich der Schieber in die korrekte Größe. Bei der Entwicklung haben wir viel Zeit und Geld investiert und uns daher lange Zeit gesträubt diese Vorinvestitionen allen zugänglich zu machen. Aktuell Testen wir in mehreren Projekten den Austausch mit nativen REVIT-Dateien.

**[28] F: Gab es einen konkreten monetären Mehrwert bei der Anwendung von BIM für Ihr Unternehmen?**

Das ist schwierig zu beurteilen, weil hier viele Faktoren zusammenspielen. Es gibt einen Generationswechsel bei der Belegschaft. Das hat eher einen negativen Einfluss auf die Produktivität. Zudem werden die Projekte größer und komplexer. Alle neuen Kläranlagenprojekte haben eine vierte Stufe – Elimination Mikroverunreinigung. Ein Vergleich zu frühere ist schwierig.

Unsere Erfahrungen sind, dass wir Fehler früher im Modell erkennen und Lösungen erarbeiten können, bevor die Realisierung begonnen hat. Wir haben große ARA-Projekte durch Zusammenlegungen, die wir unter laufendem Betrieb umbauen müssen. Wie die Provisoriums-Planung ohne BIM-Methodik erfolgt wäre, können wir uns kaum vorstellen. Momentan finden wir auch wieder mehr neue Mitarbeiter. Vermutlich ist die BIM-Methodik einer von mehreren Gründen, das wir als moderne Firma wahrgenommen werden. Dies ist auch ein positiver Effekt.

**[29] F: Konnten durch das präzise Planen unvorhergesehene Nachträge seitens der Baufirmen eher vermieden werden?**

A: Eher weniger. Die Massenermittlung ist genauer geworden, allerdings hat man zum Beispiel zu 1 m<sup>3</sup> Beton noch ganz viele andere Positionen, die man berücksichtigen muss. Da hilft das Modell nicht sehr viel. Die Preisentwicklung oder Lieferverzögerungen sind aktuell große Herausforderung, welche zahlreiche Nachträge auslösen. Bei Ausmaßen werden die Fehler bestimmt reduziert.

**[30] F: Welche Projektplattform haben Sie bei Ihren Projekten verwendet?**

A: Wir nutzen momentan BIM360 von Autodesk, werden allerdings auf ACC umsteigen müssen, da BIM360 nicht weiterentwickelt wird. Bei einzelnen Projekten verwenden wir auch BIMcollab als Viewer. Leider Nutzen die Bauherren die Plattformen wenig.

**[31] F: Aber für den Austausch unter den Fachplanern ist es ja trotzdem ein wichtiges Tool?**

A: Ja für die Planung ist es zwingend.

**[32] F: Welchen Vorteil sehen Sie durch eine BIM-basierte Planung/Bauausführung in weiterer Folge für den Betrieb?**

A: Das ist schwierig zu beantworten. Als Planer arbeiten wir neben dem Modell auch mit dem R+I – Schema. Die Verwaltung der Informationen war anspruchsvoll und bleibt anspruchsvoll. Wo werden die Daten gespeichert? Größe, Gewicht im Modell, Leistung im R+I. Das Medium ist im R+I und im Modell wichtig.

Bei Böden können zum Beispiel Putzmittel hinterlegt werden. Bei solchen Use-Cases finde ich es gut, wenn man es genau zuweisen kann. Als Planer ist es unmöglich die Bedürfnisse des Betriebs zu kennen

Es gibt viele Ideen, welche wir testen wollen. BIM2Field ist zum Beispiel ein großes Thema in meinen Projekten.

Ob er auf der Kläranlage ein Modell braucht, nur um Aggregate wie Pumpen zu finden kann ich nicht beurteilen. Die Betriebsleiter sind an Planungssitzungen oft dabei, die relevanten Entscheide fällen jedoch die Vertreter der Politik. Die Vertreter von Stadt oder Kommune entscheiden was gemacht wird und was notwendig ist.

### **[33] F: Wie steht es mit BIM in der Kanalsanierung? Hilft eine Projektplattform?**

A: Wir haben eine eigene Abteilung die Sanierung vor allem auch von begehbaren Kanälen macht. Was da BIM bringen kann ist schwierig zu sagen. Ich brauche die Länge und einen Querschnitt, vielmehr brauche ich nicht. Ob das jetzt in einem 3D oder 2,5D sein muss ist fraglich. Bei uns war diesbezüglich das Bedürfnis die BIM-Methodik zu verwenden noch nicht groß. Alles, was im Boden ist, ist mit BIM heikel, weil wir die Höhe oft unbekannt ist. Wenn wir ein Modell abbilden, geben wir vielleicht sogar eine falsche Genauigkeit.

Es ist besser mit 2D Plänen zu arbeiten als die Höhen für die Erstellung von einem Modell anzunehmen. Bei der Kanalisation haben wir eine Höhe, bei allen anderen Leitungen (Telefon/Strom/Wasser) haben wir tendenziell keine Informationen zur Höhe. Wenn einfach sämtliche Werkleitungen keine Höhen haben und wir dann Annahmen für das Modell treffen, könnte das zu Problemen führen.

### **[34] F: Das Erheben der Einbauten bzw. ein Einmessen bei Einbau ist denkbar?**

A: Für die Stadt Bern haben wir für den Leitungsbau einen Test gemacht. Sie haben mir sämtliche Dokumente zugestellt und ich hatte keine einzige Höhe. Anhand meiner Rückmeldung nehmen Sie mittlerweile auch die Höhe bei neuverlegten Leitungen auf. Aber in einer Stadt dauert das an die 30 Jahre bis einigermaßen Daten vorhanden sind. Das dauert einfach sehr lange.

## 13.5 Anhang 5 Transkript IP3 Markus Schröder

### TRANSKRIPT

#### Interviewpartner: Prof. Dr.-Ing. Markus Schröder

Geschäftsführender Gesellschafter TUTTAHS & MEYER Ing.-GmbH

**Datum:** 25.03.2022

**Ort:** online via Zoom

#### [1] F: Wie würden Sie BIM definieren?

A: BIM ist der Weg zum Digitalen Zwilling eines Bauwerks. Die Basis ist ein 3D-Modell, aber Kern eines BIM-Modells sind intelligente Objekte bzw. Bauteile. Ich erkläre das immer mit folgendem Beispiel: Wir haben zwei Mauern und beide wissen, dass Sie eine Mauer sind und wenn wir die beiden zusammenschieben, dann verbinden sie sich so, wie sich Mauern verbinden sollten. Das heißt die Mauern sind einzelne Objekte und diese Objekte haben die Möglichkeit Attribute, Sachdaten und Metadaten zu verarbeiten.

#### [2] F: Wie sehen Sie den momentanen Stand von BIM in der Siedlungswasserwirtschaft?

A: Momentan konzentriert sich BIM auf die Bereiche Hochbau, TGA und Tragwerksplanung. Wenn es aber um komplexe wasserwirtschaftliche Anlagen, beispielsweise Kläranlagen geht, sind wir noch weit von BIM in der flächendeckenden Anwendung entfernt.

Man muss hierbei die einzelnen Dimensionen eines BIM-Projektes genauer betrachten. Die dreidimensionale Darstellung eines Bauwerkes ist Standard, aber wie bereits geschildert, heißt das nicht, dass die Darstellung Objekt bezogen umgesetzt wurde. Dies ist aber Voraussetzung für die weiteren BIM-Dimensionen.

Wenn man zum Beispiel die Zeit bzw. die Bauablaufplanung (4. BIM-Dimension) betrachtet, dann sieht man zwar scheinbar, wie sich so ein Bauwerk im Bauablauf aufbaut. Das hat jedoch oft wenig mit der Realität zu tun, es wird nur EDV-technisch ein Aufbau „von unten nach oben“ visualisiert .

Die Kostenermittlung und -verfolgung (5. BIM-Dimension) ist bereits umsetzbar. Die Herausforderungen beginnen jedoch schon bei der Verbindung mit Standardleistungsbüchern. Unsere Bauteile zum Beispiel bei Kläranlagen sind nur zu 40 bis 60 % in Standardleistungsbüchern enthalten. Die anderen Positionen sind fach- bzw. projektspezifisch. Also müssen wir hier selber Standardleistungsbücher ergänzen, um automatisiert aus einem BIM-Projekt Ausschreibungsunterlagen erstellen zu können.

Infrastrukturprojekte der Wasserwirtschaft werden in den BIM-Leitfäden und -Regelwerken bisher nur sehr begrenzt behandelt. Daher hat die DWA die Merkblattreihe M 860 aufgelegt, deren erster Teil erschienen ist. In den weiteren Teilen geht es unter anderem um AIA und BAP, diese werden zurzeit oftmals einfach vom Hochbau übernommen und sind teilweise noch nicht passend für die Wasserwirtschaft. Auch das Vorgehen bei der systematischen Erstellung von Objektkatalogen ist

noch nicht abschließend geklärt. In BIM-Software stehen für den Hochbau fertige Objektkataloge zur Verfügung. Spezielle Objekte der Siedlungswasserwirtschaft gibt es erst begrenzt.

Das nächste Problem ist, dass wir stark von Maschinenbau und EMSR-Technik bestimmt sind und dort insbesondere in der Produktion mit anderer Software zum Beispiel für die Werkstattplanung gearbeitet wird. Die Software für die Werkstattplanung kann meist nichts mit den digitalen Zwillingen anfangen, die wir als Planer erstellen. Wenn wir umgekehrt aus diesen Programmen 3D-Objekte wie z.B. eine Pumpen als Explosionszeichnungen zugeliefert bekommen, benötigen diese meist so viel Speicherplatz, dass die Hardware-Kapazitäten nicht ausreichen. Wir brauchen genau genommen nur Shapes von der Pumpe und die für unsere Planung notwendigen Informationen bzw. Attribute.

Die 6. BIM-Dimension ist die Nachhaltigkeit. Hierbei geht es zum Beispiel um Fragestellungen wie: Dürfen wir überhaupt noch Beton als einer der Haupt-Klimagaserzeuger verwenden? Hier müssten auch Aspekte wie der CO<sub>2</sub>-Footprints und der Wasser-Footprint mitberücksichtigt werden. Die sechste Dimension behandelt auch das Thema Recycling, also was passiert am Ende des Lebenszyklus mit den eingesetzten Ressourcen, Stichwort cradle-to-cradle, c2c.

Wir bringen wie bereits gesagt jetzt die Merkblattreihe DWA-M860 auf den Markt. Unsere Betreiber interessieren dabei Planung und Bau nur begrenzt, es geht vor allem um den digitalen Zwilling im Betrieb. Bei genauerer Betrachtung wird nämlich klar, dass bis zu 80% der Kosten einer wasserwirtschaftlichen Anlage im Betrieb liegen, also muss hier der Fokus liegen.

Selbst wenn wir für die Planung und den Bau einen digitalen Zwilling erstellen, kann es sein, dass wir für den Betrieb einen neuen digitalen Zwilling aufbauen müssen bzw. erheblichen Anpassungsbedarf haben.

Das Kernthema ist das Datenmanagement, hier geht es um die Common Data Environment (CDE). Unsere Systeme werden kaum in der Lage sein, alle während Planung, Bau, Betrieb und Rückbau benötigten Daten zu jeder Zeit vorzuhalten. Es wird also viel Aufwand in gezieltes Datenmanagement investiert werden müssen. Und ein digitaler Zwilling wird nur dann von Wert sein, wenn die Aktualität der Daten gewährleistet ist. Was hilft es, wenn man einen Digitalen Zwilling mit BIM aufbaut und dieser nicht fortgeschrieben wird? Die Daten verlieren mit der Zeit Ihren Wert.

Ein weiterer Aspekt ist die Konkurrenz bzw. Ergänzung zu GIS. Da gibt es eine große Schnittmenge, aber auch Teilbereiche, die nichts miteinander zu tun haben. Ich habe vor 25 Jahren erste Vorträge zu GIS gehalten dabei ging es unter anderem um redundante Daten, Metadaten, etc. Das sind dieselben Themen, die uns heute auch bei BIM wieder beschäftigen.

### **[3] F: Sehen Sie das Potential und in Zukunft auch die Notwendigkeit Kläranlagenprojekte mit BIM zu planen?**

A: Ja, wir haben im Büro schon viel Geld diesbezüglich investiert und werden noch weiter investieren müssen, bis ein Return of Invest zum Tragen kommt. Unsere erste Kläranlage haben wir 1997 dreidimensional geplant, aber das war nur der erste Schritt zum digitalen Zwilling nach der BIM-Methodik. Wie wir ein BIM-Modell ins das Prozessleitsystem und die Fernüberwachung einer Kläranlage oder eines Wasserwerkes einbinden, ist noch in der Entwicklung und Gleiches gilt für die Verbindung mit wasserwirtschaftlicher Spezialsoftware wie z.B. Hydraulik- und Simulationsprogrammen..

Eine weitere Veränderung bietet zum Beispiel auch die Kläranlage oder das Wasserwerk als eigene Produktionsstätte: Wir sehen einen möglichen nächsten Schritt darin, dass vor Ort in

eigenen Werkstätten Bauteile wie z.B. Ersatzteile für Pumpen gar nicht mehr geliefert werden, sondern nur die Druckanleitung, mit der dann Ersatzteile vor Ort hergestellt bzw. gedruckt werden. Davon sind wir allerdings noch weit von entfernt.

**[4] F: Wurde die Kläranlage 1997 objektbasiert geplant?**

A: Nein, damals war es eben schon großartig, ein 3D Modell der Kläranlage anzufertigen. Objektbasierte Modelle hatten wir zu diesem Zeitpunkt noch nicht. Die erste Kläranlagenplanung, bei der wir objektbezogen gearbeitet haben, ist knapp 10 Jahre her und dabei hatten wir erhebliche Herausforderungen zu bewältigen zum Beispiel auch mit der verfügbaren Software. Wir waren also noch nicht da, wo wir heute sind und in Zukunft noch hinwollen.

**[5] F: Wenn Sie sagen Sie haben Praxiserfahrung in der ARA-Planung mit BIM – ist das Arbeiten mit nativen Daten immer besser?**

A: Wir sind im Verbund mit vielen Partnern, darunter auch viele Ingenieurbüros in der BIM2Water-Gruppe. Wir sind uns einig, dass man sich zurzeit auf eine Software einigen muss, um effizient zu arbeiten. Alle Büros, mit denen wir zusammenarbeiten nutzen die gleiche Software, weil eben jede Software bisher ihr eigenes natives Datenformat verwendet. Wir nutzen in unserem Haus zwei BIM-Software-Systeme, da wir je nach Einsatzfall und Kundenwunsch andere Anforderungen erfüllen müssen. Zwei solche Systeme zu beherrschen ist teuer und aufwändig für ein KMU wie uns. Ein verlustfreier Datenmaustausch zwischen den beiden Systemen ist nicht möglich bzw. nur mit großem Nachbearbeitungsaufwand.

**[6] F: Zum einen die Software aber auch das Einarbeiten kostet Zeit und dementsprechend Geld. Auch in Objekt-Datenbanken steckt viel Know-How. Wie gehen Sie da vor? Gehen Sie davon aus, dass die Objekte in Zukunft auch geteilt werden?**

A: Wer denkt, er könnte seine Objekte schützen, ist auf dem Holzweg. Schon allein wenn wir BIM Projekte abwickeln, wollen unsere Kunden komplett offene Planunterlagen. Das heißt, die Objekte liefern wir ihnen mit. Wir haben in unseren Arbeitsgruppen teilweise einen offenen Austausch der Objekte, auch mit Konkurrenten, forciert. Einen Schutz der Objekte wird es dauerhaft nicht geben, wir sehen da nur einen zeitlichen Know-How Vorsprung, der irgendwann aufgezehrt ist.

**[7] F: Das heißt man beschäftigt sich jetzt mit dem Thema BIM oder nicht. Was passiert mit denen die es nicht tun?**

A: Es gibt ja immer die Philosophie: Entweder man setzt sich an die Spitze einer Entwicklung oder man wartet ab. Ich kann nur sagen, dass es ein zeitlicher und finanzieller Aufwand war, dahin zu kommen, wo wir jetzt stehen. Aber wir sehen es als Marktvorsprung und gehen davon aus, dass diejenigen, die sich nicht frühzeitig damit beschäftigen, große Probleme bekommen werden. Das ist anders als bei der Einführung von CAD – da konnte man abwarten und war innerhalb von kurzer Zeit einigermaßen im Workflow. Bei BIM ist das anders. Es benötigt viel Zeit und Geld, bis Sie das Know-How im Unternehmen bzw. bei ihren Mitarbeitenden implementiert haben.

**[8] F: Das eine ist vom Zeichenbrett zum Computer und BIM ist eine komplette Umstrukturierung von Arbeitsweisen?**

A: Genau, BIM ist eben eine Methodik. Beim ersten Schritt (CAD) blieb die Arbeitsmethodik relativ gleich. Da hat sich nur das Werkzeug geändert. Jetzt ändert die Methodik die Prozesse grundlegend.

**[9] F: Wie müssen Zulieferer sich auf BIM einstellen?**

A: Wenn wir 3D planen, dann müssen wir nach jetzigem Stand meist wieder in 2D migrieren, wenn Planunterlagen an den Zulieferer bzw. die ausführenden Firmen übergeben wird. Dies liegt daran, dass wir momentan kaum Firmen haben, die die BIM-Methode anwenden. Wir haben auch ohne diese Problematik schon einen sehr eingeschränkten Markt. Bei der momentanen Lage können sich die Anbieter Projekte quasi aussuchen. Wenn wir hier zu viele Hürden aufbauen, erhalten wir keine Angebote. Deswegen ist im Moment für mich bei den Projekten eigentlich immer unklar, ob und wann man im Projektverlauf wieder in 2D migriert.

Mit dem Tablet auf der Baustelle ist nett, aber ich halte das zumindest zurzeit für die Bauabwicklung nur begrenzt anwendbar bzw. sinnvoll. Pläne sind bei uns teilweise selbst im DIN-A0-Format zu klein, um zum Beispiel in einer Baubesprechung in größerer Runde sinnvoll arbeiten zu können. Die Ausrüstung der Baubüros mit Großbildschirmen und Whiteboards wäre eine erster Weg, wird aber zurzeit von den Kunden nicht gewünscht bzw. nicht bezahlt. Zudem ist das Personal der ausführenden Firmen noch nicht geschult .

**[10] F: Also Sie sagen man muss sich noch an den vorherrschenden Markt anpassen?**

Ja. Vor gut drei Jahren auf der vorletzten IFAT bin ich zu vielen Pumpenherstellern gegangen und habe ihnen gesagt, dass wir die Pumpen als BIM-Objekte brauchen. Das Messepersonal vieler Hersteller wusste damals nicht einmal, wovon ich rede. Die Unternehmen waren zögerlich und konnten keine klare Auskunft geben, ob und in welcher Form sie die Objekte zur Verfügung stellen könnten. Aber der Markt entwickelt sich, wenn auch zu langsam, was ja insgesamt ein Problem bei der Digitalisierung in Deutschland darstellt.

**[11] F: Die Daten, die ich von den Einbauten bekomme, sind natürlich in weiterer Folge auch essenziell für den Betrieb. In der Politik wird auch lt. Hr. Nessier oft auf die Investitionskosten geschaut und weniger auf die Betriebskosten. Muss man Betreiber und Auftraggeber auf das Thema Daten für den Betrieb aufmerksam machen?**

A: Nur die Jahreskosten einer Anlage sind von Bedeutung. Seit Jahrzehnten oder besser schon immer sprechen wir von Jahreskosten bzw. Lebenszykluskosten, die ja auch Basis einer Gebührenberechnung sind. Aber selbst bei großen Betreibern stehen oft Investitionskosten oder Investitionskostenobergrenzen im Fokus, obwohl eigentlich alle wissen oder wissen sollten, dass nur die Jahreskosten von Bedeutung sind.

Wenn wir mit dem Ziel geringer Investitionskosten planen, führt das in der Regel zu erhöhten Folgekosten. Als Beispiel seien hier billige Rohstahlgeländer genannt, die in den Anschaffungskosten deutlich günstiger sind, als Edelstahlgeländer, aber einen sehr viel höheren Wartungsaufwand haben z.B. durch einen regelmäßigen Anstrich und in der Regel auch kürzere Lebenszyklen. Es war und ist als Ingenieurbüro jedoch schwierig, etwas vorzuschlagen, das erhöhte Investitionskosten verursacht, aber nachweislich geringere Betriebskosten nach sich zieht, da unsere Honorare sich an den Investitionskosten orientieren. Also wird uns vorgeworfen, zugunsten unserer Honorare die Investitionskosten unnötig zu erhöhen.

Lassen Sie es mich provokativ formulieren: Alle sprechen von Lebenszykluskosten aber niemand orientiert sich tatsächlich daran.

Hier stellt sich auch die Frage nach der Nachhaltigkeit: Wir müssen über Materialien und Lieferketten nachdenken. Und insbesondere muss zukünftig bei der Wahl von Materialien und Baustoffen das C2C (Cradle2Cradle) – Prinzip beachtet werden. Und hier kann es zu überraschenden Ergebnissen kommen. In Rahmen mehreren Masterarbeiten haben wir schon

vor Jahren entsprechende Auswirkungen ableiten können, die ungewöhnliche Schlüsse nach sich zogen. So wurde zum Beispiel Holz als Baustoff in Frage gestellt. Ein Rohstoff, der nicht zwangsläufig nachhaltig ist, unter anderem, weil er nicht ausreichend unter Beachtung der Nachhaltigkeit verfügbar ist. Stahl und Glas können nachhaltig und eins zu eins wiederverwendet werden, insbesondere wenn in den Hochöfen grüner Wasserstoff als Energieträger eingesetzt wird.

Schon während der Planung eines Bauwerks muss man sich über den Rückbau am Ende des Lebenszyklus Gedanken machen. Wenn ich hier klug plane, kann ich die Kosten für den Rückbau minimieren oder habe sogar Erlöse, weil die Materialien nach dem c2c-Prinzip wiederverwendet werden können.

Am Ende wird die Abwassergebühr von den Jahreskosten bestimmt und nicht von den Investitionskosten. Und dieser Widerspruch zwischen Theorie und praktischem Handeln – da kann ich dem Kollegen Nessler nur zustimmen – ist unfassbar!

### **[12] F: Kann denn nach weiterer Forschung an den Themen „Digitaler Zwilling“ und BIM eine Wende passieren?**

A: Ich gehe davon aus, dass es eine Wende geben wird – gerade unter den jetzigen Bedingungen. Lieferketten werden unterbrochen, Ressourcen sind nicht mehr verfügbar. Wir müssen jetzt ernsthaft über einen Kreislauf nachdenken.

Die BIM-Methodik wird uns eine bessere Möglichkeit bieten, die Lebenszykluskosten objektspezifisch zu erfassen. Daher habe ich schon die Hoffnung, dass wir durch die Zuordnung qualitätsbezogener Lebensdauern an die Objekte eine größere Transparenz und ein stärkeres Problembewusstsein erzielen werden.

Grundsätzlich bedarf es weniger der Forschung als der praktischen Anwendung.

### **[13] F: Wenn Daten und Pläne früher nicht nachgeführt wurden, wird es der Betreiber mit BIM heute nachführen?**

A: Was ist unser grundsätzliches Problem, wenn wir auf eine Anlagen kommen? Die Bestandspläne stimmen nicht oder sind nicht vorhanden.

Da ist schon die Erwartung, dass man durch die neuen Möglichkeiten der Digitalisierung viel gewinnen könnte, unabhängig von BIM. Bei Infrastrukturprojekten geht es oft um unterirdische Anlagenteile – insbesondere Rohrleitungen - die wir später nicht mehr sehen. Es wäre zum Beispiel mit geringen Kosten verbunden, wenn man bei Bauarbeiten im offenen Graben die Einbauten mit Drohnen befliegen lassen oder mit Laserscan aufnehmen würde. Auch wenn die damit entstehende Punktwolke momentan noch gar nicht verwendet wird; in 10-15 Jahren, wenn man flächendeckend und umfassend in das Thema digitaler Zwilling eingestiegen ist, sind diese Daten vorhanden und können für die 3D-Modellierung des Bestandes verwendet werden.

In einen Pumpenkeller stellen Sie heutzutage einen Laserscanner auf und nach 5 Minuten haben Sie ein komplettes Abbild des Bauwerkes als Punktwolke. Auch dann müssen daraus natürlich noch Modelle erstellt werden, was mit hohem Aufwand verbunden ist.

Wenn wir den Auftrag bekommen, eine Kläranlage nach der BIM-Methodik zu planen, fragen wir als erstes nach dem objektbezogenen BIM-Modell des Bestandes. Das ist praktisch nie vorhanden und muss daher erst erstellt werden. Die Kosten der Datenaufnahme des Bestandes als Punktwolke sind dabei nicht einmal so hoch, aber um daraus Objekte zu erzeugen, kann es

Monate dauern mit entsprechend hohen Kosten. Und nicht sichtbarer Bestand stellt auch bei solchem Vorgehen naturgemäß ein Problem dar.

**[14] F: Wird es trotzdem beauftragt?**

A: Was ausgeschrieben wird und was letztendlich geliefert wird, sind teilweise unterschiedliche Dinge. Aber Tatsache ist natürlich: Es gibt Kunden, die ein Bewusstsein für BIM haben. Es ist ja auch die Frage, was der Kunde am Ende haben will. Wenn zum Beispiel nur ein dreidimensionales Abbild des Betriebsgebäude zum Beispiel für Präsentationszwecke gewünscht wird, müssen wir nicht jedes Objekt einzeln abbilden. Wir müssen nur dort Bestandsobjekte detailliert abbilden, wo sie für unsere Planung von Bedeutung sind. Der Rest ist dann eben ein ganzes (Bauwerks-)Objekt. Wenn der Anspruch da ist, dass der ganze Bestand mit Einzelobjekten dargestellt wird, ist das eine deutlich aufwändige Aufgabe. Diese ist allerdings nicht BIM-spezifisch, denn wenn Bestandspläne die Realität abbilden, ist alles gut, wenn aber – und das ist oft der Standard – die Bestandspläne nicht in Ordnung sind, ergeben sich unabhängig von der Methodik Probleme bei der Planung.

**[15] F: Wenn Sie über Drohnen-Befliegung im offenen Graben sprechen, sprechen Sie da von der Aufnahme von Leitungsnetzen? Da stellt sich mir die Frage, ob ich die 3D-Aufnahme von Leitungsnetzen überhaupt brauche. Oder reicht 2,5 D?**

A: In den Geoinformationssystemen haben wir ja leitungsbezogen sehr viele Daten. Aber wenn Sie genau hinsehen, fehlen oftmals lage- und höhenmäßig genaue Daten. Analoge Pläne sind in 3D-Anwendungen übertragen und in das GIS-System eingepflegt worden, aber die Bestandsunterlagen waren teilweise fehlerhaft. Oft ist es so, dass Ausführungspläne zu Bestandsplänen erklärt werden. Aber nicht alles, was auf den Baustellen umgesetzt wird, ist in Ausführungsplänen abgebildet – früher schon gar nicht. Einmal mit der Drohne befliegen oder mit Laser scannen und eine Punktwolke abspeichern kostet quasi nichts im Vergleich zum Mehrwert.

**[16] F: Ist in DE die Erstellung eines LIS förderfähig?**

A: Mit Lis werden großmaßstäblich Daten erfasst, hier ist die Genauigkeit oft nicht ausreichend. Über die Förderfähigkeit habe ich keine Kenntnis.

**[17] F: Wenn der AG früher auf die Nachführung keinen Wert gelegt hat, wird er es jetzt auch nicht machen?**

A: Im Rahmen der Vermögenswerterfassung bei der Umstellung auf doppelte Buchführung haben die Kommunen zum Beispiel ihre Kanalnetz mit sehr hohem finanziellen Aufwand erfasst. Die Situation im innerörtlichen Bereich verändert sich aber fortlaufend. Also müssten Haushaltsmittel für die Bestandserfassung und Datenaktualisierung als ständiger laufender Posten in die Haushaltsplanung einfließen. Leider wird in den Kommunen bisher nur sehr selten nach diesem Prinzip gehandelt. Damit sind die Daten nach vielleicht 10 Jahren wertlos, es sind Datenfriedhöfe.

**[18] F: Durch einen Naturstand und Abstiche habe ich ja eine ganz gute Information über die Tiefenlagen beim Kanal. Bei Wasserleitung, Strom etc. ist das ja nicht so einfach.**

A: Möglichkeiten der nachträglichen Lage- und Höhenerfassung sind gegeben, z.B. durch Handschachtungen, aber sehr aufwändig und bei Leitungen unterschiedlicher Medien mit unterschiedliche Lagen in einem Bereich sehr aufwändig. Daher sollten, wie bereits gesagt, heute die Möglichkeiten der Datenerfassung beim Bau genutzt werden. Sie können heutzutage beim Bau schon mit dem Smartphone über GPS Leitungen aufnehmen – vor allem die Hausanschlüsse. Möglichkeiten sind da und deswegen glaube ich auch, dass sich dem auf Dauer niemand verweigern kann.

**[19] F: Ist es denn so dass mit BIM-Modellen tatsächlich schon automatisch die Ausschreibung generiert werden kann oder ist das momentan noch zu komplex?**

Begrenzt. Bei Standardleistungsbüchern, die wir zugeliert bekommen ist das kein Problem. Wenn sie jetzt beispielsweise Türen haben, können sie Revit nutzen und bekommen eine Massenermittlung und können das direkt in die Ausschreibung übertragen. Aber wie bereits gesagt, finden sich 40 bis 60 % unsere Bauteile nicht in Standardleistungsbüchern wieder.

Bei den vielen speziellen Bauteilen wasserwirtschaftlicher Anlagen müssen wir diese also selber als Objekte abbilden und dann für die Ausschreibung standardisieren. Das heißt wir brauchen unser eigenes Standardleistungsbuch. Das ist etwas, was uns momentan unter Druck setzt aber auch weiterhilft. Dort bieten sich Chancen der Effizienzsteigerung. bis zu 80 unserer Bauteile könnten wir aus meiner Sicht standardisieren, bei 20 % müssen wir anlagenspezifisch planen. Die Massen kann man aus dem BIM-Modell ableiten, aber damit die Massen automatisch in die Ausschreibungsunterlagen übertragen werden, benötigen wird eine eindeutige Datensatzzuordnung und entsprechende Schnittstellen. Hier gibt es zurzeit noch erhebliche Defizite.

**[20] F: BIM ist natürlich auch ein Marketingthema.**

A: Wir werden mittlerweile deutlich wahrgenommen, weil wir positiv kritisch auf das Thema schauen. Wir haben noch viele Probleme, aber das Endergebnis, das wir vielleicht erst in einigen Jahren erreichen, wird super sein. Es wird Bau und Betrieb revolutionieren.

**[21] F: Wo ist momentan der Mehrwert für ein Planungsbüro, wenn mit BIM gearbeitet wird? Oder muss es vom Auftraggeber kommen?**

A: Im BIM-Paper der EU wird erwähnt, dass mit ca. 23 % Einsparung bei Planung und Bau und 17% Einsparung beim Betrieb zu rechnen ist. Fakt ist: In der Übergangsphase wird überhaupt nichts kostengünstiger. Für uns führt die BIM-Einführung permanent zu hohen Mehrkosten, die wir nicht vergütet bekommen. Zudem kommen Kunden mit Ansprüchen z.B. durch die Formulierungen in den AIA, die teilweise (noch nicht) zu erfüllen sind.

Die Umsetzung der BIM-Methodik wird in der Implementierungsphase für jedes Unternehmen Aufwand ohne Erlöse erzeugen. Für Betreiber wird sich dieser Aufwand aber im Lebenszyklus schnell amortisieren. Wie allerdings vorstehend schon erwähnt: Lebenszykluskosten werden oft nicht beachtet. Vor allem, wenn es wie in der Wasserwirtschaft um Anlagen mit 50 bis 100 Jahren Abschreibungszeiten geht. Das heißt sie und ich erleben sozusagen gar nicht das Ende des Bauwerkes, das wir gerade planen.

Ingenieurbüros werden durch BIM und KI mittelfristig Kosten senken können, wenn die Prozesse entsprechend optimiert werden.

**[22] F: Die Einsparungen im Betrieb bekommt der Planer dann natürlich nicht mehr mit. Geht man momentan als Planungsbüro in Vorleistung, wenn man sich dafür entscheidet?**

A: Ja. Büros, die heute in die BIM-Methodik einsteigen, wissen, dass sie noch mindestens 2-3 Jahre in Vorleistung gehen müssen, bevor der Return of Invest beginnt. Das ist also immer eine sehr schwierige unternehmerische Entscheidung.

Wir haben die Planung von Abwasserfilteranlagen Ende der 1970er Jahre entwickelt. Der Boom kam 10 Jahre später und wir haben als Büro einen deutlich überproportionalen Anteil von Abwasserfilteranlagen in ganz Deutschland geplant gemessen an unserer Bürogröße. Bereits im

Jahr 1983 haben wir uns in einem Forschungsvorhaben mit der energieautarken Kläranlage beschäftigt. Hier kam der Boom 20 bis 30 Jahre später. Wir haben uns seit Mitte der 1990er Jahren mit dem Thema Wasserstoff beschäftigt, jetzt boomt das Thema und wir planen große Elektrolyseanlagen. Und eine derartige Entwicklung erwarten wir auch bei BIM. Wir investieren damit auch in die Zukunft unserer jungen Kolleginnen und Kollegen.

**[23] F: Können sich das nur größere Büros leisten?**

A: Die Einführung der BIM-Methodik ist für kleinere Büros sehr schwierig. Auch wir sind mit 80 Mitarbeitenden ein kleines Unternehmen an der Grenze zum mittleren Unternehmen. Das war auch der Grund für den Zusammenschluss von Büros in der BIM2Water-Gruppe. Hier haben sich mittelständige Büros gleicher Größenordnung zusammengeschlossen. Wir stehen untereinander im harten Konkurrenzkampf, trotzdem funktioniert die Kooperation seit Jahren, weil wir wissen, dass wir gemeinsam schneller, besser und wirtschaftlicher bei der Einführung von BIM unterwegs sind.

**[24] F: Nochmal zum Thema BIM bei der Leitungsnetzplanung. Sehen Sie da eine Sinnhaftigkeit?**

A: Wir nutzen die BIM-Software für die Kanalplanung zurzeit nicht. Wir arbeiten hier mit guter und erprobter, Datenbank basierter Software. Hiermit werden auch die hydraulischen Längsschnitte und Leitungspläne erstellt.

Wir haben eine hochdigitale Wasserwirtschaft. Auf unseren Kläranlagen stehen Prozessleitsysteme und automatisierte Steuerungen. Digitalisierung ist erstmal nur der Schritt vom Analogen zum Digitalen. Wir haben bereits Ende der 1980iger Jahre Kläranlage geplant, die voll automatisiert waren und über das Prozessleitsystem in das Kanal- und Regenbeckennetz eingriffen. Aber auf Funkbasis – eben mit analogen Signalen.

Auch in den Leitungsnetzen sind übrigens wie bereits erwähnt die oftmals falschen oder gar nicht vorhandenen Bestandspläne unser größtes Problem. Die Leitungen im Boden sind teilweise nicht gut erfasst und dokumentiert und jetzt kommen noch weitere Leitungen dazu (z.B. Glasfaser).

**[25] F: Wahrscheinlich auch nicht digital erfasst?**

A: Die Leitungen sind zu großen Teilen digital erfasst, aber damit ist noch lange keine Gewähr für die Richtigkeit gegeben.

**[26] F: Es muss beim Einbau erfasst werden oder ansonsten frühestens wieder bei einem Wartungsfall?**

A: Ja, genau.

**[27] F: Gibt es nicht schon gewisse Schnittstellen die gut funktionieren? Z.B Isybau?**

A: Ja, wir haben Schnittstellen. Aber hier gilt immer noch, dass die Datenübertragung nur begrenzt umfassend funktioniert.

**[28] F: Auch durch heutige Krisen (Covid, Krieg,etc,) muss man anders über Ressourcen und den Lebenszyklus nachdenken?**

A: Ja natürlich, auch losgelöst von BIM. Es gab schon vor dem Ukrainekrieg Lieferkettenprobleme durch Corona. Baustellen müssen zum Beispiel zeitweise ruhen, weil Schaltschränke nicht geliefert werden können wegen Zulieferproblemen bei Computerchips.

Das geht so weit, dass wir bei Maschinen aus der Gewährleistung fallen, bevor diese überhaupt in Betrieb genommen werden können, weil die elektrotechnischen Voraussetzungen dafür fehlen.

Obwohl wasserwirtschaftliche Anlagen zurzeit konkret wegen Zulieferproblemen bei Fällmitteln sogar in ihrer Aufgabenerfüllung gefährdet sind, hat die Politik dieses Thema nur als Einzelthema wahrgenommen. Tatsächlich müssen Anlagen der Wasserwirtschaft beim Thema Sicherstellung der Ressourcenverfügbarkeit absolute Priorität auch in der Politik genießen.

**[29] F: Wir sind eine Branche, die erst auffällt, wenn es nicht mehr funktioniert.**

A: Ja. Ein Großklinikum beispielsweise kann sich heute meist 3 Tage energietechnisch selbst versorgen, aber nach wenigen Stunden Ausfall der Trinkwasserversorgung muss das Klinikum geräumt werden. Das zeigt die Wichtigkeit von Wasser. Und diese Priorität der Wasserwirtschaft muss in Öffentlichkeit und Politik viel stärker wahrgenommen werden.

**[30] F: Thema Smart City: Glauben Sie in der Zukunft gibt es Städte, die ihre kompletten Leitungen insofern erfasst haben, dass auch die Sanierung von Straßenabschnitten wirklich nachhaltig abgewickelt werden können.**

A: Hier gibt es schon gute (Einzel)beispiele, flächendeckend gibt es noch viel zu tun. Ich verwende statt Smart City in diesem Kontext lieber den Begriff wassersensible Stadt. Unsere Leitungen bestimmen eigentlich die Höhenlage aller anderen Leitungen im unterirdischen Straßenraum. Stromleitungen können Sie im Extremfall auch mal „kreuz und quer“ legen. Abwasserleitungen brauchen ein durchgehendes hydraulisches Gefälle, wenn es keine verbindenden Druckrohrleitungen sind. Die Abwasserleitung bestimmt also oftmals den Raum unter der Erde. Und im Zeitalter von Starkregen und Dürre müssen wir die oberirdischen Flächen und insbesondere die Straßen und Plätze viel stärker als bisher in ganzheitliche Konzepte einbinden.

Hier gibt es aber nur sehr vereinzelt Projekte, bei denen eine entsprechende ganzheitliche Planung umgesetzt wurde. Ein Hemmnis besteht hier darin, dass wir es bei dieser ganzheitlichen Betrachtung mit vielen Akteuren zu tun haben, die nicht so einfach unter einen Hut zu bringen sind. Und das, obwohl Gesamtinvestitionskosten durch solches Handeln in der Regel deutlich gesenkt werden können und die Belastung der Anwohnerinnen und Anwohner deutlich reduziert wird.

**[31] F: Auch in kleineren Kommunen?**

A: Ja, denn auch hier besteht der gleiche Handlungsdruck wie in großen Städten.

**[32] F: Anscheinend geht es auch in der Siedlungswasserwirtschaft darum neu zu denken?**

A: Absolut! Nehmen wir nur beispielhaft die Themen Trockenheit und Starkregen, anthropogene Spurenstoffe, Antibiotikaresistenzen, Medikamentenrückstände und Mikroplastik.

Und die Akteure in der Wasserwirtschaft müssen sich deutlich mehr als bisher der Digitalisierung und künstlichen Intelligenz stellen, denn auch unsere Fachwelt wird sich – wie BIM zeigt – deutlich verändern. Wer sich dieser Veränderung nicht stellt, wird verlieren.

**[33] F: Sinnvolle Datenerfassung?**

A: Genau! Und Voraussetzung ist ein durchdachtes Datenmanagement. Hier bietet BIM mit dem sogenannten Common Data Environment (CDE), also einer gemeinsamen Datenumgebung, beste Voraussetzungen.

**[34] F: An welchen Schrauben müsste die Regierung drehen?**

A: Es ist die immer wieder aus allen Bereichen geäußerte Forderung nach einer viel stärkeren auch finanziellen Unterstützung bei der Digitalisierung. Hier muss die Wasserwirtschaft wie die Energiewirtschaft Priorität genießen.

Im Interview habe ich einiges an Kritik geäußert, sehe das aber nicht als Hinderungsgrund oder Hemmschuh, sondern als Ansporn, die genannten Herausforderungen zu meistern. Das Thema BIM bzw. digitaler Zwilling wird uns viele Vorteile bringen. Ansonsten würde ich mich werde in meinem Unternehmen noch ehrenamtlich damit beschäftigen.

Nur der Weg ist eben nicht mal schnell in einem Jahr zurückgelegt sondern benötigt Jahre der Entwicklung oder besser einer ständigen Weiterentwicklung, weil sich unsere (digitale) Welt auch ständig weiterentwickelt.

## **13.6 Anhang 6 Transkript IP4 Dipl.-Ing. Thomas Höller**

### **TRANSKRIPT**

**Interviewpartner:** Thomas Höller, Dipl.-Ing.

Projektleiter Lugitsch & Partner Ziviltechniker GmbH,

**Datum:** 18.03.2022 9:00 – 10:00

**Ort:** online via Zoom

#### **[1] F: Was verstehen Sie unter Building Information Modeling?**

A: Im Unterschied zur etablierten Planungsmethode, bei der in 2D bzw. 3D Geometrien abgebildet werden, habe ich bei BIM zusätzlich diverse Informationen hinterlegt. Zum Beispiel eine technische Spezifikation, aber auch zum Beispiel eine zeitliche oder kostentechnische Dimension. Für mich ist es zudem das Vereinen vieler Teile der Projektdaten in einem zentralen Modell.

#### **[2] F: Inwiefern wird BIM bei Lugitsch&Partner im Siedlungswasserbau Bereich angewendet?**

A: In der Siedlungswasserwirtschaft verwenden wir BIM in unseren Projekten nicht im herkömmlichen Sinn. Wir haben Kanalsanierungsprojekte digital geplant, BIM ist vielleicht etwas weit gegriffen. Digital heißt nicht mit Excel-Listen und Stationierungen, sondern tatsächlich in einer Software, in dem Fall mit Barthauer. Alle Informationen wurden aus einer Datenbank zentral dargestellt. Man sieht dann die Schadensdatenbank für die Haltung inkl. dem dazugehörigen Video und Fotomaterial und man kann dann an dieser Stelle geeignete Sanierungsmaßnahmen einfügen. Dabei kann man jetzt vielleicht nicht von einem klassischen BIM Modell sprechen, aber trotzdem kommen Aspekte von BIM zum Einsatz. Zum Beispiel die Digitalisierung von Informationen und auch deren digitale Bearbeitung.

Daraus haben wir dann aber letztendlich wieder Listen erstellt, weil die Baufirma im Endeffekt mit diesen Dingen, die wir erstellt hatten, nichts anfangen konnte.

**[3] F: Als die Daten zur Baufirma gingen, konnten Sie mit den exportierten Daten nichts anfangen?**

A: Also grundsätzlich gäbe es eine ISYBAU-Sanierungsschnittstelle. Da gibt es vom Land Oberösterreich ein Leistungsverzeichnis für die Anwendung in Barthauer bezüglich der Sanierungsplanung. Es gäbe also eine ISYBAU-Schnittstelle, mit der man ein Sanierungsmaßnahmen-Modell exportieren kann. Der Baufirma war allerdings mit Listen und Plänen mehr geholfen.

**[4] F: Haben Sie dann die fertiggestellten Sanierungsmaßnahmen nach Bauvollendung wieder in das LIS übertragen?**

A: Ja, das war, wie in diesem Fall so oft, der Auftraggeber, der da mit im Boot war. Das ist ein Verband in OÖ. Der Verband verwendet selbst Barthauer. Dementsprechend wurde die Sanierungsdokumentation, das heißt, die Abnahme-Befahrung sowie die ISYBAU - Dokumentation, der durchgeführten Maßnahmen digital abgegeben. Da muss man aber immer noch dazusagen, dass man einen Auftraggeber braucht, der das haben will und auch zahlt. Weil es ist nicht nur so, dass nicht nur wir als Büro involviert waren, sondern ebenso der Datendienstleister.

**[5] F: Was meinen Sie mit Datendienstleister?**

A: Der Datendienstleister ist dort eine Firma, die die EDV abhandelt. Sie stellen nicht nur die Hardware zur Verfügung, sondern betreuen auch die Software und Daten. Da geht es von Export von Teilen des Kanalnetzes für Planer bis hin zu Wiedereinspielen von Befahrungsergebnissen. Das LIS wird extern betreut. Das machen manche Verbände selbst, aber es gibt eben auch Verbände, die das an einen externen auslagern. Dadurch dass bei dem Projekt alle mit Barthauer arbeiteten, war das quasi ein geschlossenes System.

**[6] F: Die Plannachführung wird auch vom Datendienstleister übernommen?**

A: Ja, genau. In dem konkreten Fall gibt es eine entsprechende Hierarchie. Die Datenhoheit liegt beim Datendienstleister. Wenn der Datendienstleister einem Planer einen Abschnitt ausspielt, dann markiert der das und sagt quasi in diesem Bereich passiert so lange nichts, bis ich die Daten wieder zurück bekomme. Die Daten werden dann neu eingespielt und es gibt eine neue Version der absoluten Wahrheit.

Ich glaube das ist generell so, dass das ein Bereich ist in dem EDV-Kenntnisse deutlich mehr Gewicht haben als im bisherigen Arbeitsalltag. Man muss sich ständig mit Datenbankstrukturen beschäftigen. Und da reden wir noch nicht mal davon, dass es viele verschiedene Datenformate für Punktwolken und 3D- Polygonnetze gibt.

Das ist meiner Meinung nach eine wesentliche Herausforderung in diesem Digitalisierungsbereich. Bisher hat sich deren Digitalisierung bisher oft auf den Schriftverkehr und die Form der Datenhaltung beschränkt. Digitalisierung war bisher hauptsächlich eine Art des Archivierens und nicht so sehr das Arbeiten miteinander. Ich glaube das kommt jetzt langsam. Das ist zugegeben auch eine große Herausforderung.

Wobei man grundsätzlich sagen muss, vor allem im LIS-Bereich ist auch die Archivierung schon sehr viel wert. Durch die digitale Archivierung habe ich einen besseren Zugriff und bessere Orientierung in den Daten selbst. Das darf man auch nicht klein reden.

**[7] F: Würden Sie sagen der Verband, von dem Sie gesprochen haben, ist eher eine Ausnahme oder sehen Sie da einen Trend?**

A: Wir arbeiten recht viel mit dem Verband zusammen und er ist auch Teil von diversen Forschungsprojekten. Das heißt natürlich ist speziell dieser Verband in diesem Bereich affin, aber ich glaube er hat für sich den Mehrwert erkannt. Außerdem hat der Verband ein großes Einzugsgebiet (Circa 90 Pumpstationen). Der Betrieb wäre analog schwer händelbar.

**[8] F: Sind bei dem Verband auch Fernwirkanlagen an die Datenbank gekoppelt?**

A: Die externen Pumpstationen sind an das Zentrale Leitsystem der Kläranlage angehängt. Die haben aber nichts mit dem LIS zutun. Also es ist keine Art Digitaler Zwilling, wo Bestandsdaten und Sensorik kombiniert werden. Aber es betrifft auch zwei eher verschiedene Teile des Systems.

**[9] F: Die Frage ist natürlich auch welchen Mehrwert es bieten würde, wenn man es gemeinsam in einem Modell hätte.**

A: Ja genau, das ist sicher eine Frage, die man sich stellen kann.

**[10] F: Ist ein LIS auch schon eine Art Grundlage für BIM bzw. Digitalen Zwilling?**

A: Ich würde das so sagen. Ein korrekt und vernünftig befülltes LIS und vor allem auch korrekt gewartetes LIS, das heißt nicht einmal erstellt und nach 10 Jahren bei der nächsten Befahrung neu eingespielt, hat einen BIM-Charakter. Wir dürfen da in der Siedlungswasserwirtschaft auch so mutig sein und sagen: Wir machen viele Dinge, die die BIM-Methode verbessern soll, ja schon. Die Frage ist nur, ob man dann abseits der Datenerstellung weiter so viel damit macht. Ich glaube es sollte nicht nur als Archiv funktionieren, wie die alten Papier-Pläne im Keller, sondern dass man eben mit diesen Daten auch direkt arbeiten sollte.

**[11] F: Wie ist der Workflow bei der Projektabwicklung?**

A: Ich glaube man muss da immer ein bisschen unterscheiden wo man sich gerade befindet. Wir haben in der Siedlungswasserwirtschaft mit Sicherheit das Thema, das man eigentlich alles, was in BIM abbildbar wäre bei Haltungen und Schächten durch die Kodierungsform der EN 13508 mit Stammdaten schon in einem gewissen Maß abbilden kann. Dazu gibt es auch eine wissenschaftliche Arbeit in der die xml-Datensätze (ISYBAU) nach IFC konvertiert werden, um dann die Geometrie zu generieren die hinterlegt ist.

Bei der Netzerweiterung bzw. Sanierung gibt es auch keine verschiedenen Gewerke in dem Sinn, mag natürlich sein, dass das die Sicht eines kleinen Planers ist, bei dem es jetzt nicht um riesige Speicherbecken geht. Wir machen viel Sanierung und im Neubau eher kleinere Projekte. Da gibt es einen Planer und eine Baufirma, die vielleicht noch eine Erdbau-Subfirma hat. Es ist einfach überschaubar komplex muss man ehrlich sagen.

Ein Argument für BIM ist eben oft dieses nahtlose Übergreifen von Gewerken, auch im Koordinations-Sinn auf ein zentrales Modell. Da ist der Nutzen im Neubau definitiv gegeben. Die Frage ist wie viele Gewerke es braucht damit es einen Mehrwert bietet.

Ich glaube was wir aktuell noch sagen müssen ist wir diskutieren das zu einem Zeitpunkt, zu dem viele das noch nicht als Standard etabliert haben. Ich stelle mir das so vor als CAD gekommen ist, dass ein Großteil der Büros gesagt hat die Projekte sind zu klein für CAD. Das machen wir mit der Hand, denn das geht schneller. Das fragt sich heutzutage kein Mensch mehr. Ich würde grundsätzlich davon ausgehen, dass das in 10-15 Jahren mit BIM genau das gleiche ist. Sobald die Leute das gut genug können und es quasi keine Alternativen mehr gibt, wird es kein Projekt geben, das zu klein ist.

Aber das ist halt aktuell noch so. Überall dort wo dann vielleicht in Sonderbauwerken ein gewisses Maß an elektrotechnischer Ausstattung notwendig ist und gewisse andere maschinelle Teile

einzubauen sind wird es dann halt spannender. Da brauche ich einen Statiker, Tiefbauer, Maschinenbauer, Elektrotechniker, etc.

Im Hochbau ist trotzdem oft das wesentliche Thema, dass so viele Gewerke auf sehr engem Raum so viele Funktionen erfüllen sollen. Der ganze Leitungsbau bzw. Haustechnik soll irgendwo versteckt sein, trotzdem sollen die Anlagen gleichzeitig nicht in tragende Wände.

Im Infrastrukturbau haben wir doch meistens den Vorteil, dass es wenig optischen Anspruch gibt. Der Großteil der Leitungen ist einfach in Plastikrohren an die Decke montiert. Was nicht heißen soll, dass wir diese Vorteile der Digitalisierung nach dem Überwinden dieses Einstiegs-Aufwands nicht nutzen können.

**[12] F: Vielleicht eine letzte Frage bezüglich LIS: Braucht man für die Sanierungsplanung eigentlich auch Infos von den anderen LeitungsträgerInnen? Bzw. wie kommt man zu den Daten?**

A: Da kann meine Kollegin ein Lied davon singen. Sie ist für die die Einbautenerhebung eines Sanierungsprojektes in einer Umlandgemeinde von Wien zuständig. Das heißt andere LeitungsträgerInnen fragen, ob es nicht sein kann, dass sie in dem Bereich, wo wir gerne aufgraben würden, Leitungen haben. Die Antwort ist da oft: „Ja, kann sein. Wir haben einen Plan da steht das schon so drinnen, aber sicher sind wir uns nicht und die Auskunft kostet 150 €.“

Grundsätzlich ist das auch einer der wesentlichen Vorteile der grabenlosen Sanierung, weil man sich genau diese Themen spart. Mit Roboter- oder Linersanierung umgehe ich einfach schon sehr viel Risiko, das ich beim Aufgraben haben kann.

Überall wo ich nicht grabenlos sanieren kann, muss man natürlich schauen ob neben dem Kanal eben noch etwas anderes liegt. Das ist auch ein Thema, das eben noch sehr dezentral geregelt wird und man dadurch als Planer gezwungen ist alle abzuklappern und Informationen über die verbauten Leitungen einzuholen.

Es muss auch erstmal überhaupt Daten geben. Und falls es Informationen gibt, ist es noch nicht gesichert, dass diese dann auch einen halbwegs ernst zu nehmenden Bezug zur Realität haben.

**[13] F: Beim Kanal kann man mit Abstichen noch recht gut die Tiefenlage bestimmen, bei anderen Leitungen ist das schwieriger. Halten Sie es für realistisch, dass es in Städten in Zukunft Leitungsinformationssysteme gibt, die wirklich alle Einbauten beinhalten?**

A: Also grundsätzlich würde ich davon ausgehen. Ich glaube die Schwierigkeit liegt immer im Einstieg, weil es natürlich auch die berechtigten Zweifel gibt, dass man viel investiert in etwas das dann erst recht nicht sofort den versprochenen Mehrwert bringt. Das wird zu Beginn auch mit Sicherheit so sein. Aber ich glaube es ist vielleicht gar keine schlechte Überleitung zum BIM-Thema im generellen. Ich glaube wir müssen beginnen diese BIM-Planungsmethoden dazu zu nutzen so viel Information wie möglich aus der Planung in den Betrieb mitzunehmen. Die Möglichkeit haben wir mittlerweile durch Austauschformate und vernünftige Modellerstellung und auch bei der Leitungsverlegung an sich spricht glaube ich nichts dagegen, dass man das soweit es geht digitalisiert.

Das in einer Stadt, die mehrere 100 Jahre alt ist, noch Geheimnisse unterm Gehsteig versteckt sind ist klar. Das Problem wird man zu 100 % nie lösen können.

Man sollte aber damit beginnen bei Aufgrabungen diese Informationen zumindest zu digitalisieren und in eine höher gelagerte Ebene zu bringen. Ansonsten gräbt unter Umständen in 5 Jahren wieder jemand dieselbe Stelle auf und weiß erst recht wieder nicht was dort in der Nähe ist.

Oft ist es auch so, dass wenn man alle Informationen in einem 500 Meter Radius hat, man damit zumindest erste Schlüsse ziehen kann was da noch sein könnte.

### **[14] F: Aber da ist im Endeffekt der Auftraggeber gefragt?**

A: Das müssen die Städte/Kommunen selbst machen bzw. in Österreich würde man wahrscheinlich, wie man es kennt, Förderungen dafür vergeben. Die, die es machen wollen, sollen es machen.

Ob das jetzt ein sinnvoller Weg ist, muss man sich überlegen. Es ist auf jeden Fall ein sehr bewehrter.

### **[15] F: Ist das Thema nur für Großstädte relevant (Smart Cities)?**

Ich denke, es ist dasselbe wie mit CAD und BIM. Natürlich werden die beginnen, die es sich leisten können, weil sie größer und wirtschaftsfähiger sind und jene vielleicht auch zu Beginn sehen, dass der Umfang Ihrer eigenen Tätigkeit einfach die Potentiale bietet, dass man mit solchen Digitalisierungsformen/Prozessoptimierungen irgendwo ein Einsparungspotential hat.

Gerade in der öffentlichen Verwaltung kann das Geld dann in sinnvollere Bereiche investiert werden. Sobald sich das über die gesamte Kette integriert hat, das heißt auch viele Planer das können, werden auch viele kleine beginnen das zu tun. Zumindes wenn es einfach eine Methode ist die sich durchsetzt und sich bewährt. Aber beginnen werden die Großen, da die auch das größte Potential haben.

### **[16] F: Nochmal konkret: In welchen Teilbereichen der Abwasserwirtschaft sehen Sie das Potential für BIM? (Sonderbauwerke, ARA-Planung, Kanalnetzerweiterung)**

Potential sehe ich überall dort wo viele Gewerke, bzw. zumindest mehr Gewerke als im klassischen Kanalbau (wo ich nur Schächte und Haltungen habe), zusammenkommen. Der Schritt in die Digitalisierung hat in der Planung, unabhängig vom Anwendungsfall, noch den Vorteil, dass ich zum Beispiel eine Massenermittlung und Ausschreibungen (so weit sind wir in der SWW noch nicht ganz) über das Modell automatisiert generieren kann. Wenn das vernünftig funktioniert, birgt das auch bei nur einem Gewerk einen Mehrwert.

Die umfangreichen Vorteile eines zentralen Modells kann man im Kläranlagenbereich mit Sicherheit am besten nutzen. Dort gibt es maschinelle Ausrüster, Elektrotechniker, etc. Hier gibt es mit Sicherheit die meisten Synergien. Im klassischen Kanalbau, bei dem ich Haltungen und Schächte habe, ist der Freiheitsgrad der zur Verfügung stehenden Materialien gering. Da kann ich mir eine automatisierte LV-Erstellung in den nächsten 5 Jahren durchaus vorstellen. In einem BIM-Seminar in Deutschland (Fischer-Plan) habe ich von einem derartigen Projekt gehört. Die haben das mal ausprobiert und waren eigentlich recht zufrieden mit dem Ergebnis. Da ist es wie überall anders: Zu Anfang muss ich erstmal sehr viel Entwicklungsaufwand und Zeit investieren. Wenn es dann jedoch funktioniert, ist es schon super! Der hat es im Endeffekt so weit getrieben, dass im Geländemodell Punkte gesetzt wurden und an dieser Stelle ein Schacht mit einer gewissen Tiefe und dann automatisch die Menge an Schachtringen, etc. ausgeworfen wurde. Ich weiß nicht, ob er die Haltungen auch noch automatisch angebunden hat.

### **[17] F: Mit welcher Software?**

Ich glaube das ein Teil tatsächlich Eigenentwicklung mit einer CAD-Software war.

**[18] F: Können Sie das Projekt ZuSoBAR kurz vorstellen?**

Man hat gesehen es gibt neue Methoden und Arbeitsweisen und sich gefragt, wie man diese bei Zustandsbewertung von Sonderbauwerken nutzen kann.

Das ZuSoBAR-Projekt besteht im Wesentlichen aus drei Schritten: a) eine as-built Abbildung der Geometrie, diese wird in vielen Fällen mit photogrammetrischen Aufnahmen in Kombination mit Vermessung erstellt, um eben nicht nur in einem relativen Koordinatensystem zu sein, sondern tatsächlich die Abbildung im amtlichen Meldenetz zu haben und auch mit einem Geländemodell zu verknüpfen. Ein wesentlicher Mehrwert im Vergleich zur Begehung ist dann natürlich, dass ich nachschauen kann, was über dem Bauwerk an der Oberfläche ist.

Ursprünglich war das vor allem dazu gedacht Ursachen für Risse, etc. herauszufinden. Die BIM-Methode selbst wäre zur Schadensdokumentation bzw. Nachmodellierung gedacht gewesen. Ich bin da allerdings an einem Punkt angelangt, wo wir uns fragen müssen: Was wollen wir von dieser Methode?

Mein ursprünglicher Ansatz wäre gewesen in Richtung Digitaler Zwilling zu gehen. Nur muss man bei vielen Sonderbauwerken irgendwann so ehrlich sein und sagen die Informationen am Modell zu erstellen liefert eigentlich wenig Mehrwert. Das Problem ist zum Beispiel, dass wir keine Informationen über die Dicke der Wände haben – wir haben dann die Dicke aus den Ausführungsplänen genommen. Das ist dann schon eher schwierig, wenn ich im Endeffekt Modelle zeichne deren Datensicherheit dann wieder nicht sonderlich hoch ist. Die Methode an sich ändert an den zur Verfügung stehenden Daten erstmal nichts, das ist eine Problematik, die wir mit Sicherheit erkannt haben.

Wir haben auch erkannt, dass das maximale Potential in der Neubauplanung vorliegt. Hier kann ich von Anfang an sehr viele Informationen und auch viele technisch Spezifikationen (zum Beispiel genaue Abmessungen der Wände) sammeln. Wenn ich das Modell erstmal habe, dann kann ich das mit relativ wenig Aufwand an eine as-built Situation anpassen und muss nur noch Geometrien ändern. Aber aus einer bestehenden Geometrie einen vernünftigen Digitalen Zwilling zu modellieren ist sehr viel Arbeit, vor allem wenn man erst am Einstieg ist und noch nicht über Ummengen an Bauteil-Katalogen verfügt.

Die Effizienz von der Erstellung eines BIM-Modells hängt sehr stark davon ab wie groß mein Katalog von Standardbauteilen (zum Beispiel Rohre, Schieber, Pumpen, etc.) ist.

**[19] F: Da wird viel Zeit und Geld investiert diese Objekt-Kataloge überhaupt erstmal aufzubauen?**

Ja genau, das ist bestimmt ein wesentlicher Punkt, den wir auch erkannt haben. Man muss sich entweder Kataloge zukaufen oder eben selbst erstellen. Das ist allerdings oft zu teuer.

**[20] F: Wenn es dann um Kooperation geht, muss das Know-How auch geteilt werden?**

Natürlich, wenn ich mein Modell weitergebe, gebe ich bis zu einem gewissen Grad auch die Objekte aus der Hand. Das lässt sich eben schwer vermeiden, wenn man gemeinsam am Selben arbeiten soll.

**[21] F: Es gibt also ein photogrammetrisches Modell vom Bauwerk – die Schäden werden dann nach gängigen Regelwerken beurteilt?**

Genau, die Erstellung eines Katalogs war im wesentlichen Thema einer Masterarbeit am Institut für Siedlungswasserbau, Industrieressourcenmanagement und Gewässerschutz an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU). Es gab bereits eine vorhergehende Masterarbeit, die eine Anlehnung

an die Schadensbeschreibung der EN 13508-2 von Haltungen und Schächten ist. Hierbei war ein Ziel im ZuSoBAR – Projekt das ganze etwas zu Verallgemeinern und auf Sonderbauwerke zu generalisieren. Zur Historie: Wir haben auch in der Firma Zustandsbewertung für Sonderbauwerke gemacht und da ist am Schluss ein Katalog mit Bildern (30-35 Seiten) rausgekommen. Da gab es zwar viele Fotos der Schäden, die so nah fotografiert waren, dass man den Schaden gut erkennen konnte, aber es war dann teilweise nicht mehr möglich die Schäden räumlich einzuordnen. Das war eigentlich der wesentliche Punkt, warum man in die 3D – Richtung gegangen ist.

Der ursprüngliche Plan war es eine BIM-Zustandserfassung quasi analog zum bcf-Konfliktmanagement im BIM-Workflow zu machen, das heißt, einen Punkt und eine Kamera Einstellung zu hinterlegen und das dann mit einer Schadensbeschreibung zu kombinieren. Somit sollte im Modell der Zustand erfasst werden. Da schaut es zum jetzigen Zeitpunkt ehrlicherweise nicht so aus als wäre das die realistische Herangehensweise.

Wir werden wahrscheinlich einen Prototyp generieren. Unser Software-Partner im Projekt hat durch den Clever-Scan schon eine gewisse Verarbeitung von 3D-Daten. Der Sprung war dadurch nicht zu groß. Bisher haben wir allerdings noch nichts gesehen das der ursprünglichen Idee entspricht. Wahrscheinlich auch weil es einfach ein enormer Aufwand ist. Da ist man auch einfach als Bautechniker an einem Punkt, wo man beschließen muss, dass man Informatiker braucht, die die notwendige Umgebung schaffen. Wir können inhaltlich arbeiten und haben mit der Modellerstellung sowieso jeden Tag viel Wissensfortschritt auf Informatik-Ebene gehabt, aber irgendwann nimmt es ein Ausmaß an, das schwer vertretbar ist.

### **[22] F: Das Modell kann ich dann in einer Software von WinCan öffnen? Oder in Revit?**

Das ist auch mitunter der Grund warum wir wieder etwas abgekommen sind vom tatsächlichen Ziel, da ich nicht mehr davon ausgehe, dass das Erstellen eines BIM-Modells (Revit) von bestehenden Bauwerken sinnvoll ist. Der Informationsgewinn ist dabei kein allzu großer. Durch das photogrammetrische Modell habe ich zwar eine „dumme“ Oberfläche, aber ich habe eine Oberfläche. Diese Abbildung steckt zum einen die Geometrie genau genug ab und hat zudem Aussagen über den Zustand. Wenn ich das im Revit modelliere, verliere ich im ersten Schritt die Oberfläche und habe viel Zeit investiert, indem ich das Bauwerk „nachbaue“. An Information habe ich dadurch allerdings wenig gewonnen. Das Einzige was ich dadurch erreichen könnte wäre eine zentralere Lagerung dieser Informationen.

Das ist grundsätzlich nicht schlecht. Die Frage ist, ob dieses Modell dann geometrisch so exakt sein muss. Das heißt ob ich dann statt einer tatsächlichen Pumpe einen Quader modelliere und diesem dann die entsprechend wichtigen Metadaten hinterlege.

### **[23] F: Ist es im Endeffekt immer die Frage nach dem Use-Case? Bei euch ist der Use-Case dann in erster Linie die Stationierung von Rissen und Schäden?**

Ja genau. Ich mein es gibt zwei Ausblicke: Die Stationierung ist das Mindestmaß, das man auch mit einer geringen Auflösung hinbekommt. Interessant ist auch die Trennung der eigentlichen Zustandserfassung und der Vor-Ort Erhebung. Das heißt man macht vor Ort tatsächlich nur die Aufnahme, generiert daraus dann ein Modell mit fotorealistischer Oberfläche und korrekter Geometrie und lässt dann in einem zweiten Schritt das Modell im Büro Zustandserfassen.

### **[24] F: Wären denn Markierungen mit entsprechenden Informationen zum Schaden im fotogrammetrischen Modell auch schon eine einfache Form von BIM?**

Ja genau, das Thema ist, dass wir sehr stark die eigentliche BIM-Methode vereinfachen. Die Methodik beinhaltet immer den gesamten Lebenszyklus und wir steigen mit der Zustandserfassung zu einem Zeitpunkt ein an dem eigentlich schon etwas vorhanden sein sollte an digitalen Grundlagen. Der Neubau von Sonderbauwerken ist nicht sonderlich häufig. Wenn man hier Digitalisieren will wird man eine Methode entwerfen müssen die hinreichend gut Informationen darstellt und speichert, aber auch gleichzeitig den Erstellungsaufwand nicht unnötig erschwert. Es geht immer um einen Mehrwert, der den Aufwand vertretbar macht.

**[25] F: Wie groß ist circa der Aufwand für die Modell-Erstellung eines Sonderbauwerks?**

Es ist immer abhängig von der Größe und Komplexität des Bauwerks. Die Größe hat weniger Auswirkung auf den Aufwand. Durchschnittlich würde ich sagen circa 2 Tage.

**[26] F: Wo ist der Mehrwert, wenn ich ein Modell vom Sonderbauwerk habe?**

Aus aktueller Sicht ist der Mehrwert bei der Zustandserfassung nicht sehr hoch. Ich denke wir gehen wieder etwas weg von der Revit-Modellierung. Wir können nichts modellieren, was wir nicht schon wissen und haben wenig Mehrwert zu den photogrammetrischen 3D-Modellen. Die Frage ist noch, wie kann man zum Beispiel Pumpendaten oder technische Kennwerte in so ein 3D-Modell hinzufügen. Wahrscheinlich müsste man sich parallel dazu eine Datenbank aufbauen die gewisse Modellbereiche oder gewisse Punkte referenziert.

**[27] F: Verwendet Lugitsch&Partner Projektplattformen im Siedlungswasserbereich?**

Im Siedlungswasserbereich nicht, da sich unsere Kollaboration meistens nur aus einer Baufirma und einem Auftraggeber zusammenstellt. Da ist die Kommunikation eher zwischen Baufirma und uns. Die Kommunikation mit dem Auftraggeber passiert dann über uns.

**[28] F: Nochmal zum Thema Auftraggeber: Welche Möglichkeiten Sehen Sie neben Förderungen, um das Thema Digitalisierung weiter voranzutreiben?**

Man muss sagen in Deutschland hat der Bund, nicht nur unter Jubel, das eigentlich für einen weiten Teil seiner Infrastrukturprojekte einfach vorgeschrieben. Das war auch zu einem Zeitpunkt zu dem weite Teile der Branche noch nicht genau wussten was das eigentlich ist.

Der Bund hat es dann trotzdem gemacht. Ich glaube die öffentlichen Auftraggeber sind in der Siedlungswasserwirtschaft mit Sicherheit die Takt- und Tonangeber. Die sind sicher die die beginnen könnten solche Methoden zu etablieren. Vorher muss Ihnen klar sein was sie sich davon versprechen und welchen Mehrwert es für sie hat. Ohne Mehrwert werden sie es nicht tun.

Projekte wie das ZuSoBAR sind zu einem sehr großen Teil auch finanziert aus der öffentlichen Hand mit diversen Abwasserverbänden und der ÖWAV.

**[29] F: Wie schätzen Sie den Reifegrad der Siedlungswasserwirtschaft in Bezug auf Digitalisierung ein?**

Wir erheben viele dynamische Daten. Gerade Kläranlagen sind ein gutes Beispiel. Da gibt es viele Daten. Ich glaube wir machen in der SWW schon durchaus mehr BIM als vielen bewusst ist und das auch getrieben durch das LIS, wo man in einer Datenbank Abmessungen, Längen, etc., von Schächten und Haltungen hinterlegt. Wenn das dann korrekt ausgeführt ist, kann man daraus auch ein BIM-Modell generieren.

Ich denke in vielen Fällen ist das eine standardisierte Geschichte, da auch die Bauteile überschaubar unterschiedlich sind und eher Norm-Bauteile sind. Viele Planungsbüros stellen sich

dadurch wahrscheinlich auch die Frage warum Sie den derzeitigen Work-Flow, der gut funktioniert, ändern sollten.

**[30] F: Welche Tools von Barthauer verwenden Sie?**

In Pisa habe ich zum Beispiel damals die Sanierungsplanung gemacht. Ansonsten verwenden wir es hauptsächlich zur LIS-Wartung: Zustandsbewertungen einspielen, Nachklassifizieren und Handlungsempfehlungspläne erstellen.

**[31] F: Wie werden Daten aus den Datenbanken von Verbänden für einzelne Projekte übermittelt?**

Wir sind nicht Daten-Archivar oder Daten-Aktuell-Halter. Wir bekommen vom Verband eine spezifisches Projektgebiet ausgespielt, bearbeiten das und spielen es dann wieder zurück. Das passiert meist über ISYBAU XML.

**[32] F: Das wird dann wieder mit der ISYBAU - Schnittstelle exportiert?**

Genau, im besten Fall funktioniert das reibungslos. Es hängt sehr davon ab wie gut die Datenbank im Vorhinein schon ausgefüllt und gewartet ist. Wenn das Importieren funktioniert, klappt das Exportieren meistens auch.

## 13.7 Anhang 7 Transkript IP5 DI Brunecker und M.Eng. May

### TRANSKRIPT

**Interviewpartner: DI Jörg Brunecker (A1)**

CEO bei Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung

**M.Eng. Lionel May (A2)**

Projektleiter bei Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung

**Datum:** 04.04.2022

**Ort:** online via Zoom

**[1] F: Wie würden Sie BIM definieren?**

A1: Für mich ist BIM ein digitales Abbild des Netzes an dem wir in den Phasen Planen, Bauen und Betrieb agieren können. Ein virtuelles Abbild der Realität, das es uns ermöglicht in Echtzeit zu sehen, wie das Bauwerk sich in den einzelnen Phasen weiterentwickelt.

A2: Was für uns als ausführende Firma bei BIM wichtig ist, ist die digitale Steuerung von Prozessen. Wenn zum Beispiel der Auftraggeber etwas in seiner Planung verändert, hat das auch Auswirkungen auf die Ausführung. Diese Prozesse fließen dann während des Projekts in die Planungsprozesse mit ein. Die Leute vor Ort haben dadurch sofort die richtigen Informationen.

**[2] F: Sie haben in Ihrem Artikel geschrieben, dass sie bereits Erfahrungen mit einem little closed BIM Ansatz gesammelt haben. Können Sie das näher ausführen?**

A2: Wir arbeiten mit der Software IBE. Verschiedene Kunden machen in dieser Access-Datenbank in Verbindung mit einem GIS-System ihre Planung. Hiermit können wir auch im Nachhinein unsere Abrechnung durchführen. Unsere Abrechnung wird daraufhin wieder mit der Datenbank des Auftraggebers synchronisiert. Das Tool bietet also eine Schnittstelle, die Planung und Ausführung parallel laufen lässt. Änderungen können hierdurch recht schnell weitergegeben werden. Das heißt dieses BIM-System ist eine Datenbank die seitens der ausführenden Firma, aber auch vom Auftraggeber gepflegt wird.

**[3] F: Geht es hier auch um Visualisierung?**

A2: Das eher nicht. Jedoch sind alle Handlungsberichte verknüpft und auf diesen Berichten sind Videos und Fotos von der TV-Inspektion hinterlegt. Das ist aber keine Visualisierung wie zum Beispiel im Hochbau. Wir können also mit einem „Klick“ bei Problemstellungen in der Datenbank nachvollziehen, was ein Fehler sein könnte. Eine detaillierte Visualisierung ist bei uns auch vielleicht gar nicht so relevant.

**[4] F: Bei BIM ist das 3D-Modell ja prinzipiell ein wesentlicher Bestandteil. Braucht es das in der Kanalsanierung? Oder ist es überhaupt möglich?**

A2: Ich denke schon, dass es möglich ist, aber in meiner Wahrnehmung ist es nicht notwendig. Es wird irgendwann zu komplex und schießt über das Ziel hinaus. 80% aller Kanäle bei uns sind rund. Hierbei benötige ich keine extra Visualisierung. Es wäre zwar hilfreich, wenn beispielsweise Deformationsmessungen in diesem System hinterlegt wären, aber da sind wir noch weit von entfernt. Zudem stellt sich die Frage wie komplex es dargestellt werden muss.

**[5] F: Arbeiten Sie nur bei einem Betreiber mit dem IBE-System oder ist das mittlerweile Standard bei Ihnen?**

A2: Wir haben mehrere Auftraggeber, die es nutzen. Der Betreiber muss gewillt sein dieses System in vollem Umfang zu nutzen. Das machen ehrlich gesagt die wenigsten. Wir nutzen es jedoch auch teilweise bei Projekten bei denen wir das System nicht vorgeschrieben bekommen. Denn mit dem System können wir relativ einfach die Abrechnung machen. Das heißt wir können komplette xml-Dateien mit ISYBAU einlesen (hierbei sind Stamm- und Zustandsdaten inkl. Video hinterlegt) und das macht es natürlich einfacher damit zu arbeiten. Hierbei vergisst man bei der Abrechnung auch einfach weniger, weil man es direkt auf den Stationierungen ablegen kann.

**[6] F: Wie orientiert sich der Arbeiter vor Ort? Bekommt er die Pläne vom Planer in Papierform und sucht die entsprechenden Stellen dann auf?**

A2: In der Regel, ja. Die Pläne bekommen wir meist auch in digitaler Form. Wir haben Kollegen, die auf der Baustelle gerne mit PC oder Tablett arbeiten – das ist auch etwas altersabhängig.

**[7] F: Werden die Sanierungsmaßnahmen direkt vor Ort in das IBE-System eingetragen?**

A2: Wenn es seitens des Auftraggebers Vorgabe ist das IBE zu nutzen, wird es direkt vor Ort eingetragen. Das heißt die entsprechenden Maßnahmen werden mit Stationierung vor Ort festgehalten und mit der entsprechenden Leistungsposition hinterlegt. Bei Projekten, in denen das IBE nicht vorgegeben ist, machen wir es in der Regel nicht vor Ort, da es für die Mitarbeiter vor Ort relativ komplex ist.

**[8] F: Wie haben die Mitarbeiter reagiert als auf das IBE-System umgestellt wurde?**

A2: Ehrlich gesagt wurde die Umstellung zunächst als hinderlich empfunden. Die Mitarbeiter vor Ort sind eher praktisch orientiert und empfinden das Arbeiten mit PC auf der Baustelle oft als mühsam.

**[9] F: Sehen Sie hierbei das Problem, dass Maßnahmen nicht korrekt in das System eingetragen werden?**

A2: Das Problem haben wir sehr selten, da zum Schluss der Bauleiter das ganze nochmal kontrolliert. Dadurch dass die Eingaben intern noch nachbearbeitet werden, können wir auch noch einmal nachsteuern. Falls vor Ort vergessen wird einen gewissen Abschnitt zu sanieren entsteht ein großes Problem. Da wäre es mit Sicherheit sinnvoll, wenn einem das Programm sagt – Schaden XY muss noch behoben werden. Aber hierzu ist das IBE-System nicht in der Lage. Das System ist eine Datenbank und kein Kontrolltool.

**[10] F: Das System hat dann eine Schnittstelle für ein Abrechnungsprogramm?**

A2: Die Abrechnung geschieht direkt im IBE-System. Die Datenbank kann jedoch auch exportiert und in einem anderen Abrechnungsprogramm bearbeitet werden.

**[11] F: Das erleichtert Ihren Alltag im Büro?**

A2: Ehrlich gesagt entwickelt man mit der Zeit ein Gefühl dafür, wie eine Baustelle abgewickelt wird. Theoretisch ist es trotzdem eine Erleichterung.

**[12] F: Haben die Auftraggeber Kanalinformationssysteme?**

A2: Ja, die meisten schon.

A1: Ich schätze der Digitalisierungsstand in DE liegt bei circa 90-95 %. Leider wurde das teilweise mit unterschiedlichen Systemen abgespeichert. Eine bundesweite Vernetzung gestaltet sich dadurch schwierig.

**[13] F: Würden sie das Kanalinformationssysteme als Grundlage für einen Digitalen Zwilling sehen?**

A2: Das GIS-System ist eine Art von Digitalem Zwilling. Jedoch nur wenn es richtig gepflegt wird. Eine solche Datenbank aktuell zu halten, bedeutet einen großen Aufwand. Dadurch das hierbei zu wenig automatisiert wird, wird es auch stellenweise zu wenig gepflegt.

**[14] F: Denken Sie es wäre hier zweckmäßig eine Verpflichtung einzuführen das Kanalinformationssystem aktuell zu halten?**

A1: Ich denke diese Vorgaben wären sehr wichtig. Eine solche Verpflichtung existiert momentan nicht. Vor 2 Jahren wurde im DIN-Normungsausschuss mit den Protagonisten der Abwasserwirtschaft diskutiert, ob ein BIM-System interessant wäre. Wenn man die M860 betrachtet, zeigt sich hier welches enormes Optimierungspotential mittels BIM zu erreichen wäre. Hierbei wäre eine staatliche Vorgabe für die Abwassernetzbetreiber absolut sinnvoll. Hiermit könnte die Digitalisierung weiter vorangetrieben werden. Das Einsparpotential der laufenden Kosten ist signifikant.

**[15] F: Die Einsparungen im Betrieb sind ja immer ein großes Argument für BIM. Sind auf politischer Ebene die Betriebskosten oder Investitionskosten wichtiger?**

A1: Mit Sicherheit die Betriebskosten. Das ist ähnlich wie bei uns. Auch wir schauen erstmal auf den laufenden Betrieb.

A2: Der Politik sind in dem Sinne vielleicht die Abwasserkanäle nicht so wichtig. Hier sind eher Bushaltestellen, KITAS oder Schulen interessant. Wie es jetzt im Kanalnetz aussieht, haben die meisten Politiker eher nicht im Blick. Das spielt sich über den Werksleiter ab und der ist dann mehr an den Betriebskosten interessiert als an den Investitionskosten.

A1: Genau, es wird dann wieder interessant für die Politik, wenn es zum Beispiel bei Starkregenereignissen dringlich wird.

**[16] F: Saniert Swietelsky-Faber auch Sonderbauwerke?**

A1: Unser Spektrum ist ziemlich groß. Wir sind neben der Liner-Sanierung auch mit der Reparatur und Sanierung von Großbauwerken beschäftigt. Bei der Erneuerung dieser Bauwerke sind wir in der Regel nicht mehr involviert.

A1: Hier wird das gesamte Bauwerk betrachtet und ein entsprechendes Sanierungskonzept vom Planer entwickelt. Der Generelle Entwässerungsplan muss hier mitbetrachtet werden und evaluiert werden, ob das Bauwerk allgemein erhaltungswürdig ist oder ob auf eine andere Lösung umgestiegen werden muss.

**[17] F: Wie werden spezifische Schäden in einem Bauwerk kotiert?**

A2: Hier muss man in der Größe des Bauwerks unterscheiden. Regenüberlaufbecken werden anders aufgenommen als begehbare Kanäle.

A1: In der Regel wird bei mittelgroßen Bauwerken eine Vollauskleidung veranlasst. Die Art und Weise der Ausführung wird uns in der Regel schon vorgegeben. Oftmals wird im Plan der Zusatz hinterlegt: „Nach Entscheidung der örtlichen Bauleitung.“

A2: Vor der Baumaßnahme findet in der Regel zudem eine Begehung statt.

**[18] F: Halten Sie die ISYBAU-Schnittstelle für ausreichend?**

A2: Im Prinzip ist der Standard ausreichend, um eine komplette Datenbank zu pflegen. Ich weiß ehrlich gesagt nicht, ob es Schnittstellen gibt, die in der Ausführung deutlich mehr Vorteile bringen.

A1: Seit Jahren arbeiten wir mit dieser Schnittstelle und es funktioniert.

**[19] F: Gibt es bei Sanierungen im offenen Graben Problem mit anderen LeitungsträgerInnen oder machen Sie nur Liner-Sanierung?**

A1: In der Regel ist das nicht mehr notwendig. Beim Berstlining-Verfahren habe ich teilweise mit der umlegenden Infrastruktur zu tun, weil hier ein erheblicher Druck auf den umliegenden Erdkörper ausgeübt wird.

**[20] F: Würde ein Digitaler Zwilling für alle Leitungsträger auch einen Mehrwert für die Kanalsanierung bieten?**

A2: Ich denke schon. Es gäbe hier auch die Möglichkeit einen etwas gesamtheitlicheren Überblick für den Auftraggeber zu geben. Wenn eine Sanierung im Abwasserkanal geplant wird, wird teilweise übersehen, dass zum Beispiel eine Trinkwasserleitung im umliegenden Bereich auch sanierungsbedürftig ist. Hier wird meistens nur auf den Bereich geachtet, für den man beauftragt ist.

A1: Wenn wir wirklich diese grafischen Schnittstellen hätten, wäre das schon smart. Es gibt immer wieder Fälle, in denen wir bei unserem Einsatz feststellen, dass der Bereich vor kurzem offen war und man die Rohre einfach kostengünstiger austauschen hätte können.

**[21] F: Also Sie sehen da auch ein Problem in diesem Bereich?**

A1: Den wesentlichen Punkt hat mein Kollege ja bereit angesprochen: Die zuständigen LeitungsträgerInnen kommunizieren nicht ausreichend miteinander. Es wäre nicht schwer zu organisieren, dass sich hier die Verantwortlichen austauschen. Hier wäre ein enormes Einsparpotential möglich.

A2: In der Kanalsanierung gibt es Kostenvergleichsrechnungen, die über einen längeren Zeitraum kalkulieren, wann eine Sanierung bzw. eher eine Erneuerung sinnvoll wäre. Wenn man hier mit einem BIM-Ansatz die Berechnung mit mehreren LeitungsträgerInnen abwickeln könnte, wäre das sicherlich zielführend.

A1: Das müssen die verantwortlichen Stellen aber eben auch wollen. Hier entsteht erstmal ein Mehraufwand – eine große Stadt muss dann erstmal Schnittstellenoptimierung mit anderen Betreibern betreiben.

**[22] F: Wie schätzen Sie die Digitalisierung der Siedlungswasserwirtschaft ein?**

A1: Allgemein sind wir schon ganz gut dabei. Beim Thema BIM ist das Interesse seitens der Betreiber teils noch nicht groß. Auf der anderen Seite haben wir gute Geoinformationssysteme

und einige gute Tools. Ein anderes Thema ist das Standardleistungsbuch – da ist Österreich um einiges weiter als wir in Deutschland.

**[23] F: Können Sie das Thema Standardleistungsbuch noch etwas weiter ausführen?**

A1: Österreich hat ein durchdachtes und gelebtes Standardleistungsbuch für die Kanalsanierung. Ein Problem sind jedoch teilweise noch die sogenannten Z-Positionen, bei denen Teilleistungen einzeln beschrieben werden müssen. Durch diese standardisierte Ausschreibung ist es auch für uns als ausführende Firma einfacher zu verstehen was gemeint ist und es sind stets dieselben Positionen. Das ist ein großer Vorteil.

**[24] F: Das gibt es in Deutschland so nicht?**

A1: Doch, das gibt es auch. Aber wir sind dabei noch viel weiter zurück. Es wird nicht richtig angenommen. Das müsste von staatlicher Stelle oder Verbandsebene diskutiert werden.

A2: Salopp gesagt: Bei 10 Baustellen hat man 10 verschiedene Leistungsverzeichnisse. Jeder schreibt seinen eigenen Text und jeder hat andere Pauschalen. Hier tauchen dann auch Probleme bei der Abrechnung auf.

A1: Das fängt schon dabei an, ob man eine Position für das Fräsen nach Stück, Meter oder Zeit abgerechnet wird. Hier kann man sich mit einer Standardisierung viel Ärger auf der Baustelle und in der Abrechnung ersparen.

**[25] F: Muss auch der Informationsaustausch standardisiert werden? Ist das bereits geschehen?**

A1: ISYBAU ist ein Format, in dem wir die Geoinformations- und Zustandsdaten erfassen können. Beim Thema BIM sehe ich noch keine gerade Linie. Hier müsste meiner Meinung nach von staatlicher Stelle ein Format vorgegeben werden mit dem gearbeitet werden muss. Das Datenaustauschformat für den Gemeinsamen Ausschuss für Elektronik im Bauwesen, das GAEB-Format, funktioniert meiner Meinung nach sehr gut. Solch ein Format bräuchte es meiner Meinung nach auch für BIM.

Und hier müsste man nicht extra einen Standard für den Abwasserbereich entwickeln, sondern an alle LeitungsträgerInnen denken.

**[26] F: Sind hier Förderungen sinnvoll?**

A1: Ich denke das staatliche Förderungen für Innovationsprojekte Sinn machen. Das bringt auch Universitäten in die Lage an gewissen Themen zu forschen. Ein strikter Zeitplan (wie bei BIM) funktioniert da teilweise eben nicht wie man sieht.

**[27] F: In welchen Bereichen der Abwasserwirtschaft sehen Sie einen Vorteil für BIM?**

A1: Für das Abwassernetz sehe ich definitiv Potential für BIM – auch wenn die Visualisierung für uns hier nicht ausschlaggebend ist. Das wäre eher ein „nice to have“. In Bezug auf zukünftige Herausforderungen für das Kanalnetz in Bezug auf Klimawandel und damit verbundene Starkregenereignisse wäre eine Visualisierung mit Sicherheit spannend.

Ein wichtiger Punkt ist zudem die Steuerung untereinander – das heißt die Schnittstellen in der Infrastruktur.

Die BIM-Methode im Betrieb der Kläranlage sehe ich eher nicht – hier gibt es schon so viel digitale Steuerung. Ob es hier einer Visualisierung bedarf, inwiefern das Flockungsmittel jetzt noch da ist oder nicht ist fraglich. Das wäre auch eher ein "nice to have".

**[28] F: Wo sehen Sie das Einsparpotential?**

A1: Ich sehe das größte Potential in einer Standardisierung. Zudem sehe ich ein großes Potential bei operativen Schnittstellen zwischen den infrastrukturellen Anbietern. Alterungsmodelle sind auch ein sehr interessantes Thema.

**13.8 Anhang 8 Transkript IP6 M.Sc. DI (FH) Phillip Münch**

Anlagenleiter Reinhaltverband Großraum Salzburg

**TRANSKRIPT**

**Interviewpartner: Phillip Münch, M.Sc. Dipl.wirtsch.Ing. (FH)**

**Datum:** 23.05.2022

**Ort:** online via Zoom

**[1] F: Was verstehen Sie unter BIM?**

A: BIM sollte einen Datensatz zur Verfügung stellen, der von der Planung bis hin zur Wartung/Instandhaltung weitergeführt wird, indem alle relevanten Daten abgelegt werden bzw. eine entsprechende Struktur vorhanden ist. (E-Technik, Bewehrung, etc.) Es ist ein durchgehender Prozess von der Planung bis zum Abbruch.

**[2] F: Wo würde Ihrer Meinung nach BIM in der SWW Sinn machen?**

A: Ich sage mal sinnvoll ist es definitiv. Es wird viel Geld in die Planung und Errichtung investiert. In der Instandhaltung kümmert man sich dann nicht mehr so intensiv darum. Obwohl Instandhaltung und Wartung eigentlich der größere Abschnitt von diesen Bauwerken sind. Hauptaugenmerk liegt allerdings meistens auf dem Planen und Bauen. Hierbei gehen wichtige Informationen leider verloren.

**[3] F: Haben Sie diese Erfahrung auch in der Arbeit im Verband gemacht? Fehlen Ihnen Daten aus der Planung und Bauausführung?**

A: Auch bei meiner Arbeit bei der Stadt Salzburg gab es das Thema. Es war immer der Bau wichtig. Bis die Daten im Zuge der Bestandserhebung ins GIS eingearbeitet wurden und in weiterer Folge einem Betriebsbereich zu Verfügung gestanden sind, sind teilweise Jahre vergangen. Bis ein Projekt abgeschlossen und kollaudiert ist dauert es noch lange bis man die Bestandspläne übermittelt bekommt. Das ist also kein Standardprozess. Danach stellt sich noch die Frage wie genau diese Unterlagen dann sind.

**[4] F: Ungenau in Bezug auf was?**

A: Insbesondere in Bezug auf die Vollständigkeit.

**[5] F: Wie bekommen Sie die Pläne übermittelt?**

A: Meistens nur im dwg- oder pdf-Format. Wir müssen das dann selbst in das Leitungsinformationssystem eintragen.

**[6] F: Werden die Eintragungen auch gefördert?**

A: Wir haben mal ein LIS für eine Gemeinde gemacht, das ist dann natürlich für die Förderstelle vorbereitet worden. Kleinere Ergänzungen werden der Förderstelle eigentlich nicht mit übergeben.

**[7] F: Abgesehen davon, dass es momentan noch Startschwierigkeiten gibt. Ist dieser Ansatz zum Teil vergleichbar mit BIM?**

A: Nein, Basys-Opera eigentlich nicht, da die Arbeitsschritte frei definiert sind. Jeder Betreiber kann sämtliche Einstellungen vorgeben – da gibt es keinen Standard. Eine Schnittstellenstruktur wie Isybau, in der ich gewisse „Fix-Daten“ habe und damit standardisiert kommunizieren kann, gibt es dort nicht. Das ist komplett offen.

**[8] F: Können die Daten, die dort erhoben werden, ausgetauscht werden?**

A: Ich glaube nicht. Wir wollen das alles recht genau haben. Das ist im Isybau-Standard so gar nicht abbildbar. Ich wüsste gar nicht ob es da die Informationen dazu gibt. Wir habe zukünftig vor die Datenerhebung für die Kanalreinigung über Basys-Opera zu machen.

Ich habe hierzu einen Standard vom ÖWAV genommen. Da gibt es ein Regelwerk für Hochdruckreinigung (Barthauer-intern). Aber da gibt es auch keinen Schnittstellen-Standard. Da müsste jemand sein der sagt: Das ist die Schnittstelle und so muss es gemacht werden.

**[9] F: Was war Ihre Rolle im Projekt ZuSoBAR?**

A: Ich war in der Rolle als Betreiber involviert. Ich hatte angestoßen ob es nicht möglich wäre das Kanalnetz mittels Augmented Reality (AR) in der Realität abzubilden. Es gab zuvor schon ein Projekt in diese Richtung und das wäre der nächste Schritt gewesen sich mit der Positionierung der Schäden in Sonderbauwerken zu beschäftigen.

Bei Kanalhaltungen hat man einen Anfang, Ende und einen Rohrquerschnitt mit einer Stationierung von 0 bis 12 Uhr. Das habe ich beim Sonderbauwerk gar nicht. Das wäre eigentlich die Idee gewesen. Man hat die unterschiedlichen Aufnahmegерäte getestet. Hierbei wurde festgestellt welche Aufnahmegерäte gut und welche schlechter sind in Abhängigkeit von der Größe der Bauwerke. Ich habe dann erstmal versucht diese Modelle, die ich bekommen habe, in AR darzustellen.

Ich habe in meiner Arbeitspraxis selbst miterlebt, dass viele Mitarbeiter, insbesondere bei großen Bauwerken gar nicht genau wissen, wie es im Untergrund aussieht. Man hat da meist nur einen Grundrissplan. Diesen Plan habe ich auch nicht immer so genau dabei, womit ich dann sagen kann wie das Bauwerk genau aussieht. Eine AR-Abbildung für das Verständnis des Kanalnetzes wäre da natürlich sehr interessant. So macht er momentan nur einen Kanaldeckel auf, müsste runtersteigen und kennt dann teilweise die Zusammenhänge auch nicht. Besonders wenn nachträglich irgendwelche Netzerweiterungen veranlasst wurden.

**[10] F: Sehen sie einen Mehrwert, der auch einen entsprechenden Mehraufwand rechtfertigt?**

A: Es kommt auch auf die Kosten an. Man wird jetzt keine Unmengen an Geld nachträglich investieren, damit man diese Bauwerke aufnimmt. Aber wenn ich es jetzt natürlich relativ schnell schaffe ein Bauwerk in 3D aufzunehmen, dann ist das schon ein Mehrwert. Zum Beispiel kann ich dann leichter mit einem Mitarbeiter in Diskussion kommen. Man lernt einen Plan zu lesen durch Schul- oder Universitätsausbildung, aber das kann ich natürlich bei einem angelernten Mitarbeiter, der vorher vielleicht mal Maler oder etwas ähnliches war, nicht voraussetzen. Vor allem bei großen Bauwerken mit unterschiedlichen Schnitten ist das teilweise schon etwas problematisch.

**[11] F: Sehen Sie auch einen Mehrwert für Öffentlichkeitsarbeit?**

A: Genau, auch das. Andererseits auch um die Stakeholder/Eigentümern darzustellen, wie der Untergrund verbaut ist.

**[12] F: Sehen Sie auch einen Mehrwert in der 3D-Darstellung von Kanalnetzen?**

A: Ja. Im Zuge von Baumaßnahmen wäre so eine Verortung und Visualisierung der Kanalleitungen möglich. So habe ich momentan einen Lageplan und sehe die Deckel. Wenn es eine gerade Verbindung ist, dann geht es, aber wenn der Kanal keine geradlinige Verbindung hat, wäre das natürlich schon einfacher. Ein weiterer Vorteil wäre es so Schachtbauwerke mit größeren Dimensionen darzustellen. Bei einem Bauwerk mit zum Beispiel 5 Meter Breite und 8 Meter Länge und mit einer gewissen Tiefe kann ich mit einem entsprechenden Modell den Verantwortlichen vor Ort zeigen was dort im Untergrund ist.

**[13] F: Für einen wirklichen Mehrwert im Leitungsbau müssten die anderen LeitungsträgerInnen ähnliche Ansätze haben, oder?**

A: Das wäre interessant.

**[14] F: Gibt es da schon Bestrebungen?**

A: Nein, im Gebiet Salzburg hätte ich vom lokalen Netzbetreiber noch keine solchen Ambitionen gesehen.

**[15] F: Haben diese denn ausreichend genaue Informationen über die Lage der Leitungen?**

Es gibt schon einen Leitungskataster (2D).

**[16] F: Gibt es auch Informationen über die Tiefe?**

A: Ja, die gibt es. Bei der AR-Darstellung des Kanalnetzes besteht vor allem noch die Herausforderung, wie man die genaue Position vor Ort mit dem 3D Modell verknüpft.

**[17] F: Was waren diesbezüglich Ihre Erfahrungen im ZuSoBAR – Projekt?**

A: Derzeit ist es mit den gängigen Programmen sehr schwierig die richtige Ausrichtung von diesen Bauwerken auszuführen. Google Street View nimmt einerseits das GPS-Signal und zudem kann über die Kameraaufnahmen mit den 3D Bauwerken die Lage genau erfasst werden. Über diesen Rückschluss könnten man dann eigentlich eine zentimetergenaue Position verorten. Dann wird einfach das 3D Modell den Kanalnetzes überlagert. Bei Trimble muss man halt zum Beispiel mit einem Referenzgerät arbeiten. Das ist aber wiederum auch mit Mehrkosten verbunden, da ich dieses Zusatzgerät nicht jedem Mitarbeiter/Arbeitstrupp zur Verfügung stellen kann.

**[18] F: Nochmal zusammengefasst: Wo sehen Sie den Mehrwert, wenn das in Zukunft so umgesetzt werden würde?**

A: Einerseits, dass man die Eigentümer/Stakeholder besser informieren kann, Öffentlichkeitsarbeit und der Information/Schulung der Mitarbeiter. Zudem ist der demografische Wandel ein Thema. Stichwort Pensionierungen. Hier könnte damit eine schnellere Informationsweitergabe erfolgen.

**[19] F: Einzelpersonen haben ein breites Wissen über das Netz. Diese Einzelpersonen werden teils zukünftig in Pension gehen. Ist da auch Ihre Erfahrung, dass dann auch Wissen verloren geht bzw. was tun Sie, um das zu vermeiden?**

A: Ich kenne diese Situation und man fängt bei einem neuen Mitarbeiter eigentlich bei null an. Er kann das gar nicht wissen. Die Längenausdehnung unseres Einzugsgebiets beträgt circa 30-40 Kilometer. Das ist "learning by doing" und man muss draußen auf den Gemeinden unterwegs sein, wo man sich dann mit seinen Unterlagen ein Bild machen kann. Ich habe jetzt noch relativ schnell die Möglichkeit im Büro auf die Informationen zuzugreifen. Der neue Mitarbeiter auf dem Spülwagen weiß nicht so schnell, wo was hinläuft.

**[20] F: Da hilft das LIS?**

A: Ja, das hilft schon. Aber es ist natürlich auch wieder ein Thema von Verständnis. Ich denk, dass sich bei AR in den nächsten Jahren viel weiterentwickeln wird. Ich war zum Beispiel bei der langen Nacht der Forschung unterwegs und da hatte Palfinger eine Station mit ihren Kränen und dort wurden auch schon solche Technologien vorgestellt. Insbesondere für Produktinformationen, Schulungen, etc. Da geht es auch darum, dass man viele Informationen schnell vermitteln kann.

**[21] F: Haben Sie denn im Rahmen des ZuSoBAR-Projekts das ganze schon in der Praxis anwenden können?**

A: Noch nicht. Eigentlich wollten wir ein kompliziertes Bauwerk bei uns aufnehmen, hierbei ist man dann auch an seine Grenzen gestoßen. Den entwickelten Zustandskatalog aus dem Listenformat in ein anderes System umzulegen ist aufwändig.

Wir haben das mit einem Wartungstool gemacht, mit dem man zu einem bestimmten Punkt geführt wird und dann gibt es die Checkliste für die Bearbeitung und kommt dann erst zum nächsten Punkt. Der Ansatz war den Zustandskatalog in diese Software einzuarbeiten, aber das funktioniert leider nicht.

**[22] F: Das ist dann ein IT-Problem?**

A: Bei der Umstellung auf diesen EN-Code (Bauzustandskataloge) hat sich auch gezeigt, dass das nicht so einfach ist. Das Thema war, dass die Kamerahersteller erstmal ein System entwickeln mussten, mit dem man gewisse Unterscheidungen vornehmen konnte. Da ist man jedoch unter Zugzwang gestanden. Man hatte einerseits die Kamerasysteme schon draußen und der Umstieg auf die EN-Norm musste relativ schnell erfolgen.

Wovon wir jetzt reden, ist eine relativ neues Produkt. Da gilt oft: „Ich lehne mich mal zurück, sollen die anderen mal machen und wir steigen erst ein wenn es funktioniert.“

Außerdem würde jeder Anbieter dieser Wartungssoftwares dafür Geld verlangen und natürlich ist derzeit niemand bereit dieses Geld zu investieren. Derzeit ist die Nachfrage da noch sehr gering.

**[23] F: Aber es gibt eine Zukunft für solche Ansätze?**

A: Auf alle Fälle. Aber es stellt sich auch immer die Frage, ob der Betreiber es haben will, welche rechtliche Vorgaben gibt es, etc.

„Ich kenne zum Beispiel Wartungssoftware mit Augmented Reality (AR), die eher bei Industrieanlagen verwendet werden. Wenn die Maschine nicht gewartet wird und dadurch ein Stillstand der Produktion entsteht dann fallen unmittelbar Kosten an. Das ist viel greifbarer als im Abwasserbereich. Hier ist das System sehr träge. Bei leichten Schäden wird halt dann noch etwas gewartet und die Behörde teilt mit, dass diese Zustandsklasse dann öfter kontrolliert werden muss als sonst. Da vergehen 1-2 Jahre, in denen nichts passiert. Wenn bei der Produktionsanlage etwas stoppt, habe ich hinten einerseits einen Stau und am Schluss bekomme ich kein Produkt, mit dem ich mein Geld verdiene.

**[24] F: Je mehr Kosten sich damit einsparen lassen desto schneller wird es sich entwickeln?**

A: Naja, ich sag mal bei uns ist das sehr träge im Abwasserbereich.

**[25] F: Die Modelle haben bisher noch keine Information, oder?**

A: Nein, ein rein photogrammetrisches Modell.

**[26] F: Wie wird momentan die Wartung eines Pumpwerks abgewickelt?**

A: Bei der Begehung des Bauwerks werden Fotos gemacht und das wars dann schon meistens. Maximal werden in Besprechungen mit Mitarbeitern noch Details besprochen. Das wird dann in den Grundrissplan eingezeichnet.

**[27] F: Werden die Dokumente im LIS hinterlegt?**

A: Nein, bei den großen Bauwerken eigentlich nicht. Das ist leider auch noch nicht standardisiert. Bei den Kamerabefahrungen machen wir das schon. Das Ergebnis wird bei uns ins LIS eingespielt und dann entsprechend dargestellt bzw. ist dann abrufbar. Bei den großen Bauwerken ist das eher nicht so. Da sind es eher punktuelle Sanierungen.

**[28] F: Braucht es da auch einen Standard?**

A: Da geht es eigentlich vor allem darum, dass ich ein System entwickle, bei dem ich sagen kann: „Wenn der Mitarbeiter schon unten ist, dann macht er ein Foto und eine Vermarkung vor Ort damit man das wieder zuordnen kann. An der Oberfläche kann ich weiter weggehen und mach ein Foto damit ich ungefähr das Umfeld habe.“

**[29] F: Wie sehen Sie allgemein die Rolle des Staats als Lenker in Bezug auf Digitalisierung?**

A: Zunächst wird es ein Generationenthema sein. Letzte Woche habe ich erst mit einem Behördenvertreter gesprochen und ich muss da doch die Erfahrung machen, dass im Abwasserbereich meistens gespart wird. Da werden Innovationen nicht so forciert. Andererseits hat der Staat ja zum Beispiel für die Erstellung eines Leitungskatasters Fördermittel ausgegeben, aber die Betreiber, die schon vorher ein solches System aus Eigeninteresse erstellt hatten, geben diese Daten jetzt auch wieder nicht weiter. Weil gesagt wird „Ich habe ja nichts davon, wenn ich die Daten weitergebe“. Wobei man da natürlich sagen muss – betreffend Daten – ich habe das ja nicht aus meiner persönlichen Tasche gezahlt, sondern das zahlt der Bürger. Warum kann ich diese Informationen dann nicht an eine übergeordnete Behörde weitergeben? Das ist mir unverständlich. Bei Zustandsdaten hätte ich vielleicht auch Bedenken, dass diese in die falschen Hände gelangen. Aber die Stammdaten kann ich doch veröffentlichen. Bei Wien Kanal kann ich mir im LIS ja auch öffentlich in jeder Straße das Kanalnetz anschauen.

Ich wüsste nicht, wie der Staat eingreifen sollte. Er kann nur etwas verordnen und dann wird es irgendwann mal Standard werden. Durch Förderung oder Verpflichtung.

**[30] F: In den Niederlanden gibt es Vorschriften für Standards betreffend der Übermittlung von Ausführungsunterlagen (Rijkswaterstaat).**

A: Das wäre wunderbar, weil dann gibt es eigentlich keine Diskussion mehr. Das wäre auch für die Kommunen einfacher für die Einarbeitung. Dann tut sich der Datendienstleister, falls vorhanden, oder eigenes Personal auch viel einfacher für die Eingabe der Daten und Pflege.

**[31] F: Erste Ergebnisse zeigen, dass man anders über Daten nachdenken muss. Haben Sie dazu auch etwas zu sagen?**

A: Wenn so ein Standard wie sie erwähnt haben verwendet wird, wo Ausführungsunterlagen in einem entsprechenden Format übergeben werden. Das wäre wunderbar. Ich bin letztsens auch aufmerksam geworden auf eine Arbeit, die sich mit 3D-Modellierung über Isybau-Dateien beschäftigt. Das ist auch ein interessanter Ansatz. Im GIS habe ich schon eine objektbezogene Darstellung/Verortung und so könnte ich aus diesen Bauteilen gleich ein Modell erstellen. Das wäre auch ein Ansatz zur 3D-Visualisierung.

**[32] F: Betreibt der RHV Salzburg auch die Ortsnetze oder sind die noch eigenständig?**

A: Wir als RHV betreiben einerseits die Großkläranlage und dann hat der Verband noch ein Verbandssammlernetz von 145 Kilometern. Die Mitgliedsgemeinden sind an die Verbandssammler angeschlossen. Mittels Betriebsführungsverträgen wurden Abwasseragenden an uns übergeben. Die Gemeinde ist nach wie vor Eigentümer, beauftragt auch die Planer für Ortsnetzerweiterungen. Teilweise auch für Sanierungen. Wir machen allerdings Reinigung, Instandhaltung und punktuelle Sanierungen. Mit diesen Daten bedienen wir wiederum die Gemeinde und weisen in Hinblick auf notwendige Sanierungen daraufhin, dass etwaiger Sanierungsbedarf ansteht. Wir sind im Zuge der Sanierung auch als Berater für die Gemeinde tätig. Wenn zum Beispiel ein Hausanschlussprojekt bewilligt wird, bekommen wir die Unterlagen und geben eine Stellungnahme ab, welche die Gemeinde wiederum in den Baubescheid übernimmt. Wir sind bei der Abnahme dabei, beim Anschluss etc. Sollten irgendwelche Grabungen im Nahbereich der Kanalanlage durchgeführt werden sind wir auch dabei. Eigentlich ein Rund-um-Sorglos Paket.

**[33] F: Halten Sie das für den besseren Ansatz?**

A: Ich finde es sinnvoll, denn die Gemeinden sind ja oft überfordert mit dem Aufgabengebiet. Winterdienst, Straßenerhaltung, Grünpflege, öffentliche Beleuchtung, Abfallbeseitigung, Gebäudeinstandhaltung – das ist eine Unmenge um was sich eine Gemeinde kümmern muss.

Ich finde es sinnvoller, wenn man sich da überregional zusammenschließt und die Fachbereiche schafft.

Man muss nicht sein Eigentum verkaufen dadurch. Ich gebe nur die Verwaltung in andere Hände. Eine Hausverwaltung ist auch nichts anderes. Es ist sinnvoller, wenn das entsprechende Know-How vorhanden ist, als wenn jede Gemeinde das selbst macht. Man muss das Wissen doch einfach spezialisieren, weil jetzt haben wir schon so einen großen Gesetzesumfang im Bereich der Abwasserwirtschaft und das ist schon alles schwierig einzuhalten.

**[34] F: Wie bekommen die Planer Ihre Plangrundlage?**

A: Die bekommen Sie dann von uns. In dxf- oder Shape-Format, das kommt immer drauf an.

**[35] F: Bis das dann wieder bei Ihnen zurück ist kann lange dauern?**

A: Richtig, ja. Wenn es wirklich so einen Standard gibt, wäre das natürlich auch interessant, aber nur da ist die Frage, wer so etwas initiieren kann. Vielleicht über den ÖWAV?

**[36] F: Stichwort: Digitaler Zwilling**

A: Wir haben ja auch etliche Messeinrichtungen, die laufen aber halt auf einem anderen System. Natürlich wäre es schöner, wenn ich draußen stehe und mir wird auf einem Mobilgerät über ein Pop-Up Fenster dargestellt, was der zum Beispiel derzeitige Abfluss ist.

**[37] F: Wäre es hilfreich, wenn Kanaldatenmanagement und Prozessleitsystem zusammenspielen würde?**

A: Im Industriebereich wird das gemacht. Da werden mir alle online-Daten angezeigt. Bei Pumpenherstellern wird das auch schon teilweise gemacht. Da werden meine Betriebsdaten von der Pumpe angezeigt. Warum sollte ich das im Abwasserbereich nicht schaffen? Im Endeffekt sind das alles nur 1:1 Verbindungen. Wir gehen ja auch teilweise schon den Weg und sagen wir investieren nicht mehr viel Geld in die Hardware vor Ort. Das wir draußen nicht mehr große Bildschirme habe, wo ich die Daten abrufen kann, sondern eher dass es draußen so einfach wie möglich ist – auch weil dadurch Geld zu sparen ist. Und meine Prozessleiteinrichtung mit den Live-Daten habe ich dann am Handy. Aber natürlich, wenn ich sage ich verbinde das dann mit einem anderen System – warum nicht?

**[38] F: Man hat die Live-Daten bei Ihnen schon am Handy?**

A: Bei unserem Leitsystem haben wir eigentlich alles auch am Handy.

**[39] F: Bekommt der Mitarbeiter dann auch Benachrichtigungen, falls es einen Störfall gibt?**

A: Ja, richtig. Wir haben 80 Pumpwerke. Da läuft das dann schon. Bzw. vor Ort kann er es sich dann auch nochmal abrufen.

**[40] F: In Verbindung mit KI könnte bei einer Verbindung der Systeme der Betrieb auch optimiert werden?**

A: Das auf alle Fälle. Wir wollen auch dahin, dass wir sagen wir wollen unser Kanalnetz schneller überwachen, damit man schneller herausfindet, wo diese Schwachstellen bzw. Fremdeinleitungen sind. Durch kürzere Pumpenintervalle bei Regenwetterabfluss habe ich nämlich höhere Stromkosten und einen höheren Verschleiß und andererseits höhere Kosten auf der Kläranlage.

Da sind wir dahinter. Ein Problem ist auch, dass es keine einfachen flächendeckenden Messsysteme gibt. Wir haben schon eigene Messsysteme, die sind aber eher punktuell und die werden in einen Schacht fix eingebaut. Aber wenn ich es nicht schaffe, dass ich diese Daten bekomme, dann wird's schwierig. Wir wollten zum Beispiel eine Haltung befahren, um zu sehen ob dort Fremdwasser eintritt. Wir haben dafür fast ein halbes Jahr gewartet, denn entweder war der Kamerawagen ganz wo anders und das Regenereignis war so lokal oder das Regenereignis hat am Abend oder Wochenende stattgefunden.

So ist die Zeit vergangen und man kommt zu keinen Daten. Wenn ich sage ich habe jetzt eine Messeinrichtung und die misst mir nur den Wasserstand im Kanal – was gar nicht mal so einfach ist – dann wäre das auch schon mal einfacher. Da müssten die Kosten aber so niederschwellig sein, dass das die Gemeinden Interesse hat dies umzusetzen. Man müsste mal ein bis zwei

solcher Ereignisse erwischen, wo man dann sagt, jetzt haben wir das verringert und jetzt hat das deswegen soundso viel eingespart. Da werden die Leute dann hellhörig. Aber momentan sind wir noch immer auf der Suche. Wir haben versucht, dass wir die Hausanschlüsse einnebeln. Das hat kein Ergebnis gebracht. Kamerabefahrung bei länger anhaltendem Niederschlag gestaltet sich auch schwierig, weil es einen solchen Niederschlag momentan nicht gibt. Bei Messeinrichtungen hätte man das Problem nicht. Die Daten brauche ich ja auch nicht minütlich, sondern es reicht mir, wenn ich die Daten am nächsten Tag oder nächste Woche habe.

Ein punktuell Messsystem kostet gleich mal 10.000 Euro. Das Einrichten, Einstellen und Abbauen müssen dann auch noch berücksichtigt werden. Da müsste eindeutig eine niederschwelligere Lösung her.

**[41] F: Im Kanalnetz geht es also nicht nur um Datenverwaltung sondern auch um die Datenbeschaffung?**

A: Richtig.

## 13.9 Anhang 9 Ergebnisse Inhaltsanalyse 2

Forschungsfragen:

### **Inwiefern werden die BIM-Methode oder Aspekte davon in der Abwasserwirtschaft bereits umgesetzt?**

Aussagen in Bezug auf die Forschungsfrage fanden sich insbesondere in folgenden Kategorien:

- A Schnittstellen
- B Standard
- D Arbeitsplatz/Ausbildung
- I Stand der Technik

### **Welche Herausforderungen zeigen sich bei der Einführung und Umsetzung der BIM-Methode in der Abwasserwirtschaft?**

Aussagen in Bezug auf die Forschungsfrage fanden sich insbesondere in folgenden Kategorien:

- A Schnittstellen
- B Standard
- D Arbeitsplatz/Ausbildung
- E Umsetzbarkeit/Hürden
- G Rahmenbedingungen Staat
- H Betrieb
- J Sicherheit

### **Welche Chancen bietet die BIM-Methode für die Abwasserwirtschaft?**

Aussagen in Bezug auf die Forschungsfrage fanden sich insbesondere in folgenden Kategorien:

- A Schnittstellen
- C Monetärer Mehrwert
- D Arbeitsplatz/Ausbildung
- F Informationsaustausch/-sicherung Modell
- H Betrieb

#### A Schnittstellen

- **Austausch mit nativen Daten für einige Experten wünschenswert**
  - „Bei der Entwicklung haben wir viel Zeit und Geld investiert und uns daher lange Zeit gestäubt diese Vorinvestitionen allen zugänglich zu machen. Aktuell Testen wir in mehreren Projekten den Austausch mit nativen REVIT-Dateien.“ (Nessier,2022)
  - „Wir sind im Verbund mit vielen Partnern, darunter auch viele Ingenieurbüros in der BIM2Water-Gruppe. Wir sind uns einig, dass man sich zurzeit auf eine Software einigen muss, um effizient zu arbeiten. Alle Büros, mit denen wir zusammenarbeiten nutzen die gleiche Software, weil eben jede Software bisher ihr eigenes natives Datenformat verwendet.“ (Schröder,2022)
- **Teilweise Probleme bei der Planableitung von IFC-Dateien**

- *„Erfolgt die Planableitung z.B. im Revit, erhältst du vom externen Lüftungsplaner in der Open-BIM Methode eine IFC-Datei. Beim Platzieren eines Schnitts werden alle Revit-Objekte sehr schön dargestellt. Die gesamte Lüftung wird jedoch als Block dargestellt. Somit hast du für jedes Nicht-Revit-File Probleme beim Darstellen von Schnitten.“ (Nessier,2022)*
- **Daten werden in Projekten bei HunzikerBetatech mittels CoBie Schnittstelle übertragen**
- **ISYBAU-Schnittstelle für Geoinformations- und Zustandsdaten funktioniert gut**
- **Es gibt die Möglichkeit ISYBAU-XML in IFC umzuwandeln**
  - *„Im Prinzip ist der Standard ausreichend, um eine komplette Datenbank zu pflegen. Ich weiß ehrlich gesagt nicht, ob es Schnittstellen gibt, die in der Ausführung deutlich mehr Vorteile bringen.“ (Brunecker,2022)*
- **Es muss eine IFC-Version genutzt werden, die alle Projektbeteiligten verwenden können**
- **Es bedarf Schnittstellen innerhalb des Infrastruktursektors**
  - *„Ich sehe das größte Potential in einer Standardisierung. Zudem sehe ich ein großes Potential bei operativen Schnittstellen zwischen den infrastrukturellen Anbietern.“ (Brunecker,2022)*

## B Standard

- **Entwicklung eines siedlungswasserwirtschaftsbezogenen AIA und BAP notwendig (Definierung von Standardleistungen)**
  - *„Die VSA-Arbeitsgruppe soll gemeinsam ein Gefäß bilden damit wir Ausschreibungen standardisieren können, dies geschieht mit dem AIA. Das heißt was gehört in der digitalen Planung als Grundleistung dazu und was sind mögliche Zusatzleistungen. Dass das bei jedem Projekt neu definiert wird, ist nicht zielführend.“ (Nessier,2022)*
  - *„Der Bauherrschaft einen cloudbasierten Viewer zur Verfügung zu stellen ist eine Grundleistung, das Modell in einer VR-Brille zur Verfügung zu stellen ein Zusatz. Wir wollen definieren was der Kunde unbedingt braucht und was „Nice-to-have“ ist. Die ganze technische Umsetzung dahinter ist für den Bauherren nicht relevant. Wir wollen Standardleistungen für ein BIM-Projekt definieren.“ (Nessier,2022)*
  - *„Infrastrukturprojekte der Wasserwirtschaft werden in den BIM-Leitfäden und -Regelwerken bisher nur sehr begrenzt behandelt. Daher hat die DWA die Merkblattreihe M 860 aufgelegt, deren erster Teil erschienen ist. In den weiteren Teilen geht es unter anderem um AIA und BAP, diese werden zurzeit oftmals einfach vom Hochbau übernommen und sind teilweise noch nicht passend für die Wasserwirtschaft.“ (Schröder,2022)*
- **Eine standardisierte Leistungsbeschreibung in der Abwasserwirtschaft (wie in Österreich meist umgesetzt) ist die Basis für eine modellbasierte Ausschreibung**
  - *„Österreich hat ein durchdachtes und gelebtes Standardleistungsbuch für die Kanalsanierung. Ein Problem sind zwar teilweise noch die sogenannten Z-Positionen, bei denen Teilleistungen einzeln beschrieben werden müssen. Durch diese standardisierte Ausschreibung ist es auch für uns als ausführende Firma einfacher zu verstehen was gemeint ist und es sind stets dieselben Positionen. Das ist ein großer Vorteil.“ (Brunecker,2022)*
  - *„Im klassischen Kanalbau, bei dem ich Haltungen und Schächte habe, ist der Freiheitsgrad der zur Verfügung stehenden Materialien gering. Da kann ich mir*

*eine automatisierte LV-Erstellung in den nächsten 5 Jahren durchaus vorstellen.“ (Höller,2022)*

- *„Bei den vielen speziellen Bauteilen wasserwirtschaftlicher Anlagen müssen wir diese also selber als Objekte abbilden und dann für die Ausschreibung standardisieren. Das heißt wir brauchen unser eigenes Standardleistungsbuch. Das ist etwas, was uns momentan unter Druck setzt aber auch weiterhilft. Dort bieten sich Chancen der Effizienzsteigerung. bis zu 80 unserer Bauteile könnten wir aus meiner Sicht standardisieren, bei 20 % % müssen wir anlagenspezifisch planen. Die Massen kann man aus dem BIM-Modell ableiten, aber damit die Massen automatisch in die Ausschreibungsunterlagen übertragen werden, benötigen wird eine eindeutige Datensatzzuordnung und entsprechende Schnittstellen. Hier gibt es zurzeit noch erhebliche Defizite.“ (Schröder, 2022)*
- **Ein standardisierter Prozess für die Übermittlung von Ausführungsunterlagen wäre sinnvoll**
- **Es muss klare Regeln für den BIM-Prozess geben an denen sich Auftraggeber und Auftragnehmer orientieren können**
  - *„Das wäre auch für die Kommunen einfacher für die Einarbeitung. Dann tut sich der Datendienstleister, falls vorhanden, oder eigenes Personal auch viel einfacher für die Eingabe der Daten und Pflege.“ (Münch, 2022)*

## C Mehrwert BIM

- **Durch die genauere Auseinandersetzung mit Daten im BIM-Prozess kann der Planungsprozess und das Agieren im gesamten Lebenszyklus optimiert werden**
  - *„[...] And by doing so you have better interaction in the design process and within the design team, but also the handover of information and the asset lifecycle will become much more efficient.“ (Brink,2021)*
- **Ein guter BIM-Prozess kann die Grundlage für einen Digitalen Zwilling im Betrieb sein**
  - *“BIM is a foundation for digital twins. Because with a good BIM-Process you much more fundamentally think about Information and about creating, storing and sharing Information across multiple Stakeholders.“ (Brink,2021)*
- **In Anbetracht des kommenden Generationenwechsels müssen komplexe Systeme, wie in der Siedlungswasserwirtschaft, gut archiviert und dokumentiert werden**
  - *„[...] Zudem ist der demografische Wandel ein Thema. Stichwort Pensionierungen. Hier könnte damit eine schnellere Informationsweitergabe erfolgen.“ (Münch,2022)*
- **Fehler können durch das Arbeiten im Modell früher erkannt werden.**
  - *„Unsere Erfahrungen sind, dass wir Fehler früher im Modell erkennen und Lösungen erarbeiten können, bevor die Realisierung begonnen hat.“ (Nessier,2022)*
- **Bauabläufe können durch BIM besser dargestellt werden**
  - *„Wir haben große ARA-Projekte durch Zusammenlegungen, die wir unter laufendem Betrieb umbauen müssen. Wie die Provisoriums-Planung ohne BIM-Methodik erfolgt wäre, können wir uns kaum vorstellen.“ (Nessier, 2022)*
- **Modellbasierte Massenermittlung**
- **Visualisierung des Bauvorhabens durch ein Modell für Öffentlichkeitsarbeit, Schulungszwecke, etc.**

- „ Z.B. kann ich dann leichter mit einem Mitarbeiter in Diskussion kommen. Man lernt einen Plan zu lesen durch Schul- oder Universitätsausbildung, aber das kann ich natürlich bei einem angelernten Mitarbeiter, der vorher vielleicht mal Maler oder etwas ähnliches war, nicht voraussetzen. Vor allem bei großen Bauwerken mit unterschiedlichen Schnitten ist das teilweise schon etwas problematisch.“ (Münch,2022)

## D Arbeitsplatz/Ausbildung

- **Alle Beteiligten im Projekt müssen die neue Arbeitsmethode anerkennen**
- **Digitalisierung in Betrieben bisher eher digitale Archivierung als Umstellung von Arbeitsmethoden**
  - „Das ist meiner Meinung nach eine wesentliche Herausforderung in diesem Digitalisierungsbereich. Bisher hat sich deren Digitalisierung oft auf den Schriftverkehr und die Form der Datenhaltung beschränkt. Digitalisierung war bisher hauptsächlich eine Art des Archivierens und nicht so sehr das Arbeiten miteinander. Ich glaube das kommt jetzt langsam. Das ist zugegeben auch eine große Herausforderung.“ (Höller,2022)
- **Arbeiten mit Datenbanken in der SWW erfordert von Technikern mittlerweile schon fundierte EDV-Kenntnisse**
  - „Ich glaube das ist generell so, dass das ein Bereich ist in dem EDV-Kenntnisse deutlich mehr Gewicht haben als im bisherigen Arbeitsalltag. Man muss sich ständig mit Datenbankstrukturen beschäftigen. Und da reden wir noch nicht mal davon, dass es viele verschiedene Datenformate für Punktwolken und 3D-Meshes gibt.“ (Höller,2022)

## E Umsetzbarkeit/Hürden

E1 Internationaler Vergleich

E2 Auftraggeber/Betreiber

- **Auftraggeber müssen Ihre Anforderungen konkret definieren (AIA)**
  - „And for clients as well. I think it's not just that the engineering firm must change their process, also the client has a role to play which is changing. And if they don't understand that or don't change the way they ask their questions, they can't expect engineering firms to change the way they do. It's (interlinked). There is the ISO 19650, the standard on how to adopt BIM, there's a clear explanation as well for what the client must define. With the EIR (Employer Information Requirements) they must define these requirements. You can't expect the designer to do that.“ (Brink,2021)
  - „Zudem kommen Kunden mit Ansprüchen z.B. durch die Formulierungen in den AIA, die teilweise (noch nicht) zu erfüllen sind.“ (Schröder,2022)
  - **jedoch:** „[...]Es ist eine neue Methode, aber auch alle konventionell ausgeführten Projekte haben entsprechende Normen und Abläufe, welche die Auftraggeber nicht kennen.“ (Nessier,2022)
- **Die Verwendung von BIM muss einen Mehrwert für den Auftraggeber bieten**

- „Die Tools, Richtlinien und das Knowhow sind vorhanden. Die Umsetzung läuft aber erst langsam. Oft erkennen Bauherr/ Gemeinde den Nutzen und die Wichtigkeit einer langfristigen Planung nicht.“ (Nessier,2022)
- „[...] Es geht immer um einen Mehrwert, der den Aufwand vertretbar macht.“ (Höller,2022)
- **Abwassertechnische Infrastruktur meist nicht in Besitz des Bundes – dementsprechend gelten gesetzte BIM-Vorschriften oft noch nicht für die Siedlungswasserwirtschaft.**
  - „Kläranlagen zählen hier nicht dazu. Diese gehören nicht dem Bund, sondern Gemeinden bzw. Verbänden. Für die ist BIM nicht verpflichtend.“ (Nessier, 2022)
- **Solange Gemeinden und Verbände nicht zu BIM verpflichtet sind werden Sie es für die Siedlungswasserwirtschaft nicht fordern**
- **Große Städte werden bei neuen Entwicklungen meist die Vorreiter sein (insbesondere aufgrund von Budget und Skalierbarkeit)**
  - „The larger cities will more likely be front-runners, while the smaller cities will be followers. But they will learn from the others, they will not make the same mistakes again and can apply more proven technologies. With proven technologies the costs go down.“ (Brink, 2021)
  - *“Natürlich werden die beginnen, die es sich leisten können, weil sie größer und wirtschaftsfähiger sind und jene vielleicht auch zu Beginn sehen, dass der Umfang Ihrer eigenen Tätigkeit einfach die Potentiale bietet, dass man mit solchen Digitalisierungsformen/Prozessoptimierungen irgendwo ein Einsparungspotential hat.”* (Höller, 2022)

### E3 Auftragnehmer

- **Umstellung von konventioneller Planungsmethode auf BIM ist aufwändiger als z.B. der Umstieg damals auf CAD**
  - *„Ich kann nur sagen, dass es ein zeitlicher und finanzieller Aufwand war, dahin zu kommen, wo wir jetzt stehen. Aber wir sehen es als Marktvorsprung und gehen davon aus, dass diejenigen, die sich nicht frühzeitig damit beschäftigen, große Probleme bekommen werden. Das ist anders als bei der Einführung von CAD – da konnte man abwarten und war innerhalb von kurzer Zeit einigermaßen im Workflow. Bei BIM ist das anders. Es benötigt viel Zeit und Geld, bis Sie das Know-How im Unternehmen bzw. bei ihren Mitarbeitenden implementiert haben.“* (Schröder, 2022)
  - *“On the other hand, there is also risk, because it’s new. And new means, it might work or it might not. It requires different skills and different capabilities. It fundamentally changes the way we work.”* (Brink, 2021)
- **Es besteht in der Siedlungswasserwirtschaft bei BIM-Projekten momentan die Frage, inwiefern sich alle Projektbeteiligten (z.B. Zulieferer) an der Umstellung von Prozessen beteiligen.**
  - *„Bei der momentanen Lage können sich die Anbieter Projekte quasi aussuchen. Wenn wir hier zu viele Hürden aufbauen, erhalten wir keine Angebote. Deswegen ist im Moment für mich bei den Projekten eigentlich immer unklar, ob und wann man im Projektverlauf wieder in 2D migriert.“* (Schröder,2022)
  - *„Wir haben 1-2 Jahre den Wechsel auf die BIM-Methodik thematisiert und haben bewusst mit gewissen Lieferanten Tests durchgeführt. Es hat sich gezeigt, wer will, der kann. Das merkt man jetzt auch. Ein paar Lieferanten haben von Anfang an mitgemacht und gute Ideen eingebracht. Die Firmen, die eher abgeblockt*

*haben, haben jetzt Probleme. Wir schreiben bei den Lieferanten jetzt mehr digital aus, auch was Informationen angeht. Es geht nicht nur um Geometrie, sondern auch um die Datenbeschaffung. Alle relevanten Lieferanten sind in den VSA-Gruppen dabei. Aber nicht jeder Lieferant hat seine Prozesse bisher umgestellt.“* (Nessier,2022)

- **Größere Ingenieurbüros werden vermutlich schneller mit einem Umstieg auf BIM beginnen.**

#### E4 Kosten

- **Ingenieurbüros gehen momentan noch in Vorleistung**

- *„Es gibt ja immer die Philosophie: Entweder man setzt sich an die Spitze einer Entwicklung oder man wartet ab. Ich kann nur sagen, dass es ein zeitlicher und finanzieller Aufwand war, dahin zu kommen, wo wir jetzt stehen.“* (Schröder, 2022)
- *„[...] Fakt ist: In der Übergangsphase wird überhaupt nichts kostengünstiger. Für uns führt die BIM-Einführung permanent zu hohen Mehrkosten, die wir nicht vergütet bekommen.“* (Schröder, 2022)
- *„Büros, die heute in die BIM-Methodik einsteigen, wissen, dass sie noch mindestens 2-3 Jahre in Vorleistung gehen müssen, bevor der Return of Invest beginnt. Das ist also immer eine sehr schwierige unternehmerische Entscheidung.“* (Schröder,2022)
- *„[...] Zu Anfang muss ich erstmal sehr viel Entwicklungsaufwand und Zeit investieren. Wenn es dann jedoch funktioniert, ist es schon super!“* (Höller,2022)

#### E5 Relevanz Siedlungswasserbau

- **Andere Branchen sind in der Digitalisierung und Einführung von neuen Arbeitsmethoden wie BIM weiter vorangeschritten, da hier auch bereits ein größerer Mehrwert erkannt wurde**

- *“There are huge differences between sectors, between countries, within organisations and between organisations. I would say, when you take a sector-perspective on a global level the automotive and the aerospace-sector is more advanced than other sectors. Because they manufacture critical assets with large costs involved. When you don't do that right, you get a lot of costs.”* (Brink, 2021)
- *„Ich kenne z.B. Wartungssoftwares mit AR, die eher bei Industrieanlagen verwendet werden. Wenn die Maschine nicht gewartet wird und dadurch ein Stillstand von der Produktion entsteht dann fallen unmittelbar Kosten an. Das ist viel greifbarer als im Abwasserbereich. Hier ist das System sehr träge. Bei leichten Schäden wird halt dann noch etwas gewartet und die Behörde sagt diese Zustandsklasse muss dann öfter kontrolliert werden als sonst. Da vergehen 1-2 Jahre, in denen nichts passiert. Wenn bei der Produktionsanlage etwas stoppt, habe ich hinten einerseits einen Stau und am Schluss bekomme ich kein Produkt, mit dem ich mein Geld verdiene.“* (Münch, 2022)

- **In der Abwasserwirtschaft werden bereits viele dynamische Daten digital im Betrieb erhoben**

- *“I would say there [gemeint ist die Abwasserwirtschaft] is more knowledge in operational-data and the believe what digital data can do for you, but their transition is more on the CAPEX-side that on the OPEX-side.” (Brink,2021)*
- *„Wir haben eine hochdigitale Wasserwirtschaft. Auf unseren Kläranlagen stehen Prozessleitsysteme und automatisierte Steuerungen.“ (Schröder, 2022)*
- **In der Kanalnetzerweiterung und Kanalsanierung gibt es bereits Arbeitsprozesse, die gut funktionieren. Einige Experten sehen hier keinen Bedarf für den BIM-Ansatz**
  - *“Why do we want 3D for an infrastructure asset like a sewer-system? Reasons for 3D are for example clash - detection or Visualization (helps f.e. to get stakeholders better informed) So, 3D doesn't make sense for monitoring and operating a sewer-system.” (Brink,2021)*
  - *„[...]Hiermit [gängigen Arbeitsmethoden] werden auch die hydraulischen Längsschnitte und Leitungspläne erstellt.“ (Schröder, 2022)*
  - *„Bei der Netzerweiterung bzw. Sanierung gibt es auch keine verschiedenen Gewerke in dem Sinn, mag natürlich sein, dass das die Sicht eines kleinen Planers ist, bei dem es jetzt nicht um riesige Speicherbecken geht. Wir machen viel Sanierung und im Neubau eher kleinere Projekte. Da gibt es einen Planer und eine Baufirma, die vielleicht noch eine Erdbau-Subfirma hat. Es ist einfach überschaubar komplex muss man ehrlich sagen.“ (Höllner, 2022)*
  - *„Ich denke in vielen Fällen ist das eine standardisierte Geschichte, da auch die Bauteile überschaubar unterschiedlich sind und eher Norm-Bauteile sind. Viele Planungsbüros stellen sich dadurch wahrscheinlich auch die Frage warum Sie den derzeitigen Work-Flow, der gut funktioniert, ändern sollten.“ (Höllner, 2022)*
  - *„Wir können also mit einem „Klick“ bei Problemstellungen in der Datenbank nachvollziehen, was ein Fehler sein könnte. Eine detaillierte Visualisierung ist bei uns auch vielleicht gar nicht so relevant.“ (May, 2022)*
  - *„Wir haben eine eigene Abteilung, die Sanierung vor allem auch von begehbaren Kanälen macht. Was da BIM bringen kann ist schwierig zu sagen.“ (Nessier, 2022)*
- **Gängige Software für Kanalnetzdatenbanken und Sanierungsplanung beinhalten teilweise bereits Aspekte der BIM-Methodik**
  - *Dabei kann man jetzt vielleicht nicht von einem klassischen BIM Modell sprechen, aber trotzdem kommen Aspekte von BIM zum Einsatz. Z.B. die Digitalisierung von Informationen und auch deren digitale Bearbeitung. (Höllner, 2022)*
  - *„[...] Verschiedene Kunden machen in dieser Access-Datenbank in Verbindung mit einem GIS-System ihre Planung. [...] Das heißt dieses BIM-System ist eine Datenbank die seitens der ausführenden Firma, aber auch vom Auftraggeber gepflegt wird.“ (May, 2022)*
- **Für die Planung und Bauausführung von Sonderbauwerken und Kläranlagen besteht ein Potential für die Nutzung der BIM-Methode bzw. wird diese teilweise bereits umgesetzt**

#### E6 Objektkataloge/ Planableitung

- **Trotz BIM-Modell besteht ein Aufwand für die Planableitung in 2D**
  - *„Es ist schwierig, wenn ein Kunde BIM bestellt und dann noch 100% Pläne fordert. Der Aufwand wird verdoppelt. Und das Gefühl, dass mit einem Modell*

*schnell und einfach sämtliche Schnitte erstellt werden können, ist falsch. Den Aufwand der Plangestaltung wie Vermassung und Beschriftung fällt nicht weg.“ (Nessier, 2022)*

- **Hierbei merkt Nessier (2022) jedoch an:** *„Wir wurden von den Schwierigkeiten bei der Planableitung überrascht. Ob Pläne in der Zukunft notwendig sind, wird sich zeigen. Im Modell sind alle Informationen vorhanden, welche für die Planung notwendig sind. [...] Bei der Kläranlage Zürich arbeiten wir mit dem Baumeister papierlos. Das funktioniert gut. [...] Wir haben keine Schnitte erstellt, weil im Modell jede Person die Ansichten legen kann, wie man will. Das funktioniert gut. Obwohl es ein Pilotprojekt ist, ist man im Zeitplan. Man hat keine Verzögerungen, obwohl man anfangs viele Diskussionen hatte. Der Bauablauf ist gewährleistet und es funktioniert.“*
- **Abwasserbranchenspezifische Objektkataloge sind noch nicht frei verfügbar**
  - *„Die Effizienz von der Erstellung eines BIM-Modells hängt sehr stark davon ab wie groß mein Katalog von Standardbauteilen (z.B. Rohre, Schieber, Pumpen, etc.) ist.“ (Höller,2022)*
  - *„Auch das Vorgehen bei der systematischen Erstellung von Objektkatalogen ist noch nicht abschließend geklärt. In BIM-Software stehen für den Hochbau fertige Objektkataloge zur Verfügung. Spezielle Objekte der Siedlungswasserwirtschaft gibt es erst begrenzt.“ (Schröder, 2022)*
  - *„[...] In den Revit-Familien [Objektkatalogen] ist viel Know-How drin. Zum Beispiel bei unseren intelligenten Objekten: Wenn wir z.B. einen MID auf einer Leitung platzieren, generiert es die Zulauf- und Auslaufstrecken mit Verjüngung automatisch. Bei einem Schieber lassen sich Pneumat, Motorisiert oder Handschieber wechseln, ohne ein neues Produkt einzusetzen. Auch beim Ändern vom Leitungsdurchmesser verändert sich der Schieber in die korrekte Größe. Bei der Entwicklung haben wir viel Zeit und Geld investiert und uns daher lange Zeit gesträubt diese Vorinvestitionen allen zugänglich zu machen.“ (Nessier, 2022)*
  - *„Wer denkt, er könnte seine Objekte schützen, ist auf dem Holzweg. Schon allein wenn wir BIM Projekte abwickeln, wollen unsere Kunden komplett offene Planunterlagen. Das heißt, die Objekte liefern wir ihnen mit. Wir haben in unseren Arbeitsgruppen teilweise einen offenen Austausch der Objekte, auch mit Konkurrenten, forciert. Einen Schutz der Objekte wird es dauerhaft nicht geben, wir sehen da nur einen zeitlichen Know-How Vorsprung, der irgendwann aufgezehrt ist.“ (Schröder,2022)*
- **Photogrammetrische Aufnahme einer Anlage ist verhältnismäßig einfach – das Modellieren von einem entsprechenden Objekt jedoch aufwändig.**
  - *„Wen wir den Auftrag bekommen, eine Kläranlage nach der BIM-Methodik zu planen, fragen wir als erstes nach dem objektbezogenen BIM-Modell des Bestandes. Das ist praktisch nie vorhanden und muss daher erst erstellt werden. Die Kosten der Datenaufnahme des Bestandes als Punktwolke sind dabei nicht einmal so hoch, aber um daraus Objekte zu erzeugen, kann es Monate dauern mit entsprechend hohen Kosten. Und nicht sichtbarer Bestand stellt auch bei solchem Vorgehen naturgemäß ein Problem dar.“ (Schröder, 2022)*

- **Ausschreibungen werden selbst in BIM-Prozessen der Befragten noch konventionell durchgeführt**
  - *„Öffentliche Ausschreibungen (v.a. große Baumeisterarbeiten) machen wir immer noch konventionell. [...] Einzelne Rohrleitungsarbeiten haben wir bereits mit dem Modell ausgeschrieben. Da sind wir noch in der Versuchsphase. Hier haben wir bereits erste Erfahrungen gemacht, aber die wirklich großen Ausschreibungen machen wir immer noch konventionell.“ (Nessier, 2022)*
  - *„Die Massen kann man aus dem BIM-Modell ableiten, aber damit die Massen automatisch in die Ausschreibungsunterlagen übertragen werden, benötigen wird eine eindeutige Datensatzzuordnung und entsprechende Schnittstellen.“ (Schröder, 2022)*
- **Für modellbasierte Ausschreibungen sind standardisierte Leistungsbeschreibungen notwendig**
  - *„Die Kostenermittlung und -verfolgung (5. BIM-Dimension) ist bereits umsetzbar. Die Herausforderungen beginnen jedoch schon bei der Verbindung mit Standardleistungsbüchern.“ (Schröder, 2022)*
  - *„Bei Standardleistungsbüchern, die wir zugeliefert bekommen ist das kein Problem. Wenn sie jetzt beispielsweise Türen haben, können sie Revit nutzen und bekommen eine Massenermittlung und können das direkt in die Ausschreibung übertragen. Aber wie bereits gesagt, finden sich 40 bis 60 % unsere Bauteile nicht in Standardleistungsbüchern wieder. Bei den vielen speziellen Bauteilen wasserwirtschaftlicher Anlagen müssen wir diese also selber als Objekte abbilden und dann für die Ausschreibung standardisieren. Das heißt wir brauchen unser eigenes Standardleistungsbuch. Das ist etwas, was uns momentan unter Druck setzt aber auch weiterhilft. Dort bieten sich Chancen der Effizienzsteigerung. bis zu 80 unserer Bauteile könnten wir aus meiner Sicht standardisieren, bei 20 % müssen wir anlagenspezifisch planen.“ (Schröder, 2022)*
  - *„Der Schritt in die Digitalisierung hat in der Planung, unabhängig vom Anwendungsfall, noch den Vorteil, dass ich z.B. eine Massenermittlung und Ausschreibungen (so weit sind wir in der SWW noch nicht ganz) über das Modell automatisiert generieren kann. Wenn das vernünftig funktioniert, birgt das auch bei nur einem Gewerk einen Mehrwert.“ (Höllner, 2022)*
  - *Im klassischen Kanalbau, bei dem ich Haltungen und Schächte habe, ist der Freiheitsgrad der zur Verfügung stehenden Materialien gering. Da kann ich mir eine automatisierte LV-Erstellung in den nächsten 5 Jahren durchaus vorstellen. (Höllner, 2022)*

## E8 Datenqualität

- **Qualität von Bestandsplänen oft mangelhaft**
  - *„Analoge Pläne sind in 3D-Anwendungen übertragen und in das GIS-System eingepflegt worden, aber die Bestandsunterlagen waren teilweise fehlerhaft.“ (Schröder, 2022)*
  - *„Es muss auch erstmal überhaupt Daten geben. Und falls es Informationen gibt, ist es noch nicht gesichert, dass diese dann auch einen halbwegs ernst zu nehmenden Bezug zur Realität haben.“ (Höllner, 2022)*
  - *„Bis ein Projekt abgeschlossen und kollaudiert ist dauert es noch lange bis man die Bestandspläne übermittelt bekommt. Das ist also kein Standardprozess.“*

*Danach stellt sich noch die Frage wie genau diese Unterlagen dann sind. Insbesondere in Bezug auf die Vollständigkeit.“ (Münch, 2022)*

- *„Auch in den Leitungsnetzen sind übrigens wie bereits erwähnt die oftmals falschen oder gar nicht vorhandenen Bestandspläne unser größtes Problem. Die Leitungen im Boden sind teilweise nicht gut erfasst und dokumentiert und jetzt kommen noch weitere Leitungen dazu (z.B. Glasfaser).“ (Schröder, 2022)*
- *„Für die Stadt Bern haben wir für den Leitungsbau einen Test gemacht. Sie haben mir sämtliche Dokumente zugestellt und ich hatte keine einzige Höhe. Anhand meiner Rückmeldung nehmen Sie mittlerweile auch die Höhe bei neuverlegten Leitungen auf. Aber in einer Stadt dauert das an die 30 Jahre bis einigermaßen Daten vorhanden sind. Das dauert einfach sehr lange.“ (Nessier, 2022)*
- **Mangelhafte Qualität von Bestandsplänen/ zur Verfügung stehende Bestandsinformationen auch ein Problem bei Nachmodellierung**
  - *„[...] Nur muss man bei vielen Sonderbauwerken irgendwann so ehrlich sein und sagen die Informationen am Modell zu erstellen liefert eigentlich wenig Mehrwert. Das Problem ist zum Beispiel das wir keine Informationen über die Dicke der Wände haben – wir haben dann die Dicke aus den Ausführungsplänen genommen. [...] Die Methode an sich ändert an den zur Verfügung stehenden Daten erstmal nichts, das ist eine Problematik, die wir mit Sicherheit erkannt haben.“ (Höller, 2022)*
- **Darstellung von Objekten im Boden mit BIM schwierig, da genaue Lage oft unbekannt**
  - *„Alles, was im Boden ist, ist mit BIM heikel, weil die Höhe oft unbekannt ist. Wenn wir ein Modell abbilden, geben wir vielleicht sogar eine falsche Genauigkeit vor. [...] Wenn einfach sämtliche Werkleitungen keine Höhen haben und wir dann Annahmen für das Modell treffen, könnte das zu Problemen führen.“ (Nessier, 2022)*
  - *„Bei Infrastrukturprojekten geht es oft um unterirdische Anlagenteile – insbesondere Rohrleitungen - die wir später nicht mehr sehen.“ (Schröder, 2022)*
  - *„In den Geoinformationssystemen haben wir ja leitungsbezogen sehr viele Daten. Aber wenn Sie genau hinsehen, fehlen oftmals lage- und höhenmäßig genaue Daten.“ (Schröder, 2022)*
  - F Informationsaustausch/-sicherung durch Modell
- **Mit BIM-Methode werden Informationen und Daten in den Mittelpunkt gestellt – Datenmanagement als Kernthema beim BIM-Prozess**
  - *“An opportunity, I think, is immanent, by adopting BIM, which is more a way of working than a solution - you put information and data much more in the core of what you do instead of the design as such.” (Brink,2021)*
  - *„Als Planer arbeiten wir neben dem Modell auch mit dem R+I – Schema. Die Verwaltung der Informationen war anspruchsvoll und bleibt anspruchsvoll. Wo werden die Daten gespeichert? Größe, Gewicht im Modell, Leistung im R+I.“ (Nessier, 2022)*
  - *„Das Kernthema ist das Datenmanagement, hier geht es um die Common Data Environment (CDE). Unsere Systeme werden kaum in der Lage sein, alle während Planung, Bau, Betrieb und Rückbau benötigten Daten zu jeder Zeit vorzuhalten. Es wird also viel Aufwand in gezieltes Datenmanagement investiert*

werden müssen. Und ein digitaler Zwilling wird nur dann von Wert sein, wenn die Aktualität der Daten gewährleistet ist.“ (Schröder, 2022)

- „Ich habe vor 25 Jahren erste Vorträge zu GIS gehalten dabei ging es unter anderem um redundante Daten, Metadaten, etc. Das sind dieselben Themen, die uns heute auch bei BIM wieder beschäftigen.“ (Schröder, 2022)
- „[...] Voraussetzung ist ein durchdachtes Datenmanagement. Hier bietet BIM mit dem sogenannten Common Data Environment (CDE), also einer gemeinsamen Datenumgebung, beste Voraussetzungen.“ (Schröder, 2022)
- **Gemäß eines bestimmten Use-Case muss evaluiert werden welche Daten benötigt werden, wie man zu den Daten kommt, in welchem Detaillierungsgrad diese zu erfassen sind und in welchem zeitlichen Abstand diese erfasst werden**
  - “You need to make sure what is the business-question (use-case)? What do we want to solve? To answer that question, I have to know what information I need and how do I get to that information in the right quality, quantity and frequency?” (Brink, 2021)
- **Datenbanken und Modelle werden oft nicht aktuell gehalten**
  - „Ich habe das Gefühl, wenn es früher mit 2D – Plänen nicht gemacht wurde [Datennachführung] dann wird es mit einem Modell auch nicht geschehen. (Nessier, 2022)
  - „Was hilft es, wenn man einen Digitalen Zwilling mit BIM aufbaut und dieser nicht fortgeschrieben wird? Die Daten verlieren mit der Zeit Ihren Wert.“ (Schröder, 2022)
- **Datenaustausch soll standardisiert und digitalisiert werden**
  - „Wir schreiben bei den Lieferanten jetzt mehr digital aus, auch was Informationen angeht. Es geht nicht nur um Geometrie, sondern auch um die Datenbeschaffung. [...] Die Lieferanten können Ihre internen Prozesse anpassen, damit Sie diese Daten automatisch liefern können oder es wird händisch eingegeben. Was wir nicht mehr haben wollen, sind Datenkataloge, in denen wir uns die entsprechenden Informationen selbst raussuchen müssen.“ (Nessier, 2022)
- **Der Detaillierungsgrad des Modells/Objektes muss an den Use-Case angepasst werden**
  - „Das ist grundsätzlich nicht schlecht. Die Frage ist, ob dieses Modell dann geometrisch so exakt sein muss. Das heißt ob ich dann statt einer tatsächlichen Pumpe einen Quader modelliere und diesem dann die entsprechend wichtigen Metadaten hinterlege.“ (Höllner, 2022)
  - „Jedoch sind alle Handlungsberichte verknüpft und auf diesen Berichten sind Videos und Fotos von der TV-Inspektion hinterlegt. Das ist aber keine Visualisierung wie z.B. im Hochbau.“ (May, 2022)
  - „Die erste Kläranlagenplanung, bei der wir objektbezogen gearbeitet haben, ist knapp 10 Jahre her und dabei hatten wir erhebliche Herausforderungen zu bewältigen zum Beispiel auch mit der verfügbaren Software. Wir waren also noch nicht da, wo wir heute sind und in Zukunft noch hinwollen.“ (Schröder, 2022)
- **Hinterlegte Attribute von Objekten sollen auch Nachhaltigkeits-Dimension berücksichtigen**
  - „Die 6. BIM-Dimension ist die Nachhaltigkeit. Hierbei geht es zum Beispiel um Fragestellungen wie: Dürfen wir überhaupt noch Beton als einer der Haupt-Klimagaserzeuger verwenden? Hier müssten auch Aspekte wie der CO2-

*Footprints und der Wasser-Footprint mitberücksichtigt werden. Die sechste Dimension behandelt auch das Thema Recycling, also was passiert am Ende des Lebenszyklus mit den eingesetzten Ressourcen, Stichwort cradle-to-cradle, c2c.“ (Schröder, 2022)*



## G Rahmenbedingung Staat

- **In der Politik müssen meist Investitionskosten statt Betriebskosten argumentiert werden.**
  - *„In Kommunen wird das Budget für Investitionen und jenes für den Betrieb zum Teil von unterschiedlichen Abteilungen verwaltet. Die Betriebskosten sind öffentlichen Institutionen oftmals nicht so wichtig. Die Investitionskosten müssen argumentiert und genehmigt werden – die Betriebskosten ergeben sich.“ (Nessier, 2022)*
  - *„Die Volksvertreter sind für vier Jahre gewählt, die interessieren sich für Ihre Amtszeit. Einsparungen in 20 Jahren sind dementsprechend für Ihre Amtszeit nicht relevant.“ (Nessier, 2022)*
  - *„Nur die Jahreskosten einer Anlage sind von Bedeutung. Seit Jahrzehnten oder besser schon immer sprechen wir von Jahreskosten bzw. Lebenszykluskosten, die ja auch Basis einer Gebührenberechnung sind. Aber selbst bei großen Betreibern stehen oft Investitionskosten oder Investitionskostenobergrenzen im Fokus, obwohl eigentlich alle wissen oder wissen sollten, dass nur die Jahreskosten von Bedeutung sind.“ (Schröder, 2022)*
  - *„Am Ende wird die Abwassergebühr von den Jahreskosten bestimmt und nicht von den Investitionskosten. Und dieser Widerspruch zwischen Theorie und praktischen Handeln – da kann ich dem Kollegen Nessier nur zustimmen – ist unfassbar!“ (Schröder, 2022)*
- **Abwasserwirtschaft kein populäres Thema für die Politik**
  - *„Kleinen Kommunen fehlen Ressourcen und Knowhow, neben der Siedlungswasserwirtschaft sind dieselben Personen oft auch für Schulhäuser, Amtshäuser und Sportplätze verantwortlich. Ein Gemeindepräsident definiert sich nicht durch eine funktionierende Abwasserreinigung. Daran hapert es vor allem in den kleinen Gemeinden.“ (Nessier, 2022)*
  - **jedoch:** *„Große Städte haben ein größeres Interesse an einem funktionierenden Abwassersystem.“ (Nessier, 2022)*
  - *„Letzte Woche habe ich erst mit einem Behördenvertreter gesprochen und ich muss da doch die Erfahrung machen, dass im Abwasserbereich meistens gespart wird. Da werden Innovationen nicht so forciert.“ (Münch, 2022)*
  - *„Der Politik sind in dem Sinne vielleicht die Abwasserkanäle nicht so wichtig. Hier sind eher Bushaltestellen, Kitas oder Schulen interessant. Wie es jetzt im Kanalnetz aussieht, haben die meisten Politiker eher nicht im Blick. Das spielt sich über den Werksleiter ab und der ist dann mehr an den Betriebskosten interessiert als an den Investitionskosten.“ (Brunecker, 2022)*
- **Staat muss eine Umgebung für Innovation schaffen und Barrieren abbauen (z.B. durch Förderungen)**
  - *“Companies are at different stages of development and governments should facilitate that transition by taking away barriers and creating environments to explore and increasingly taking a leading role, because they also see the need to*

do it. To make sure that we don't reinvent the wheel at too many places at once. Within government organizations and across sectors." (Brink, 2021)

- "Then you come back to national governments: How do they make sure that there is the right environment to share the knowledge and learn from each other. They can achieve that for example with Benchmarking, sharing best-practices, making events about it, etc." (Brink, 2021)
- "Das müssen die Städte/Kommunen selbst machen bzw. in Österreich würde man wahrscheinlich, wie man es kennt, Förderungen dafür vergeben. „Die die es machen wollen, sollen es machen.“Ob das jetzt ein sinnvoller Weg ist, muss man sich überlegen. Es ist auf jedenfall ein sehr bewehrter." (Höllner, 2022)
- **Staat kann es durch Gesetze und Verordnungen gelingen Veränderungen herzuführen.**
  - „Bei der Umstellung auf den EN-Code (Bauzustandskataloge) hat sich auch gezeigt, dass das nicht so einfach ist. Das Thema war, dass die Kamerahersteller erstmal ein System entwickeln mussten, mit dem man gewisse Unterscheidungen vornehmen konnte. Da ist man jedoch unter Zugzwang gestanden. Ich hatte einerseits meine Kamerasysteme bereits vor Ort und der Umstieg auf die EN-Norm musste relativ schnell erfolgen.“ (Münch, 2022)
  - „Vor 2 Jahren wurde im DIN-Normungsausschuss mit den Protagonisten der Abwasserwirtschaft diskutiert, ob ein BIM-System interessant wäre. Wenn man die M860 betrachtet, zeigt sich hier welches enormes Optimierungspotential mittels BIM zu erreichen wäre. Hierbei wäre eine staatliche Vorgabe für die Abwassernetzbetreiber von staatlicher Seite absolut sinnvoll. Hiermit könnte die Digitalisierung weiter vorangetrieben werden. Das Einsparpotential der laufenden Kosten ist signifikant.“ (Brunecker, 2022)
  - "But the bit fault of that is that you focus too much on the rules and regulations instead of the innovation-journey. You get more in a compliancy-mode than in an innovation-mode." (Brink, 2021)
  - "But I don't expect that regulation, which force people to do it this way, is the right way to make changes happening in this kind of cases. It's in the interest of governments to make sure that the whole market is able to adapt and not just the happy few" (Brink, 2021)
- **Bund in vielen Ländern größter Auftraggeber für Infrastrukturprojekte**

## H Betrieb

- **Im Betrieb liegt das größte Einsparungspotential**
  - „Wir bringen wie bereits gesagt jetzt die Merkblattreihe DWA-M860 auf den Markt. Unsere Betreiber interessieren dabei Planung und Bau nur begrenzt, es geht vor allem um den digitalen Zwilling im Betrieb. Bei genauerer Betrachtung wird nämlich klar, dass bis zu 80% der Kosten einer wasserwirtschaftlichen Anlage im Betrieb liegen, also muss hier der Fokus liegen.“ (Schröder, 2022)
  - „Schon während der Planung eines Bauwerks muss man sich über den Rückbau am Ende des Lebenszyklus Gedanken machen. Wenn ich hier klug plane, kann ich die Kosten für den Rückbau minimieren oder habe sogar Erlöse, weil die Materialien nach dem c2c-Prinzip wiederverwendet werden können.“ (Schröder, 2022)
- **Momentane BIM-Anwendung konzentriert sich auf Planung und Bau**
  - "In general, it's still in its early days. Adopting BIM to its full extend is hardly happening. You see that people still have to get known to it. Having said that BIM

*is perceived and focused on Designing and increasingly Construction neither less it should be applied around the asset-lifecycle.” (Brink, 2021)*

- **Nutzen von BIM im Betrieb bei Planung nicht berücksichtigt, da Vorgaben fehlen**
  - *„Der Nutzen für den Betrieb wird bei der Projektierung nicht berücksichtigt, weil die Vorgaben vom Betrieb fehlen. [...] Als Planer ist es unmöglich die Bedürfnisse des Betriebs zu kennen.“ (Nessier, 2022)*
  - *„Es wird viel Geld in die Planung und Errichtung investiert. In der Instandhaltung kümmert man sich dann nicht mehr darum. Obwohl Instandhaltung und Wartung eigentlich der größere Abschnitt von diesen Bauwerken sind. Hauptaugenmerk liegt allerdings meistens auf dem Planen und Bauen. Hierbei gehen wichtige Informationen leider verloren.“ (Münch, 2022)*
- **Für den Betrieb muss oft ein neues BIM-Modell erstellt werden**
  - *„Selbst wenn wir für die Planung und den Bau einen digitalen Zwilling erstellen, kann es sein, dass wir für den Betrieb einen neuen digitalen Zwilling aufbauen müssen bzw. erheblichen Anpassungsbedarf haben.“ (Schröder, 2022)*

## I Stand der Technik

### I1 Inventarisierung/Digitalisierung/LIS

- **Datenbanken werden auch momentan mit Leitungsinformationssystem (LIS) nicht konsequent nachgeführt**
  - *„Aber das sind deutlich weniger als 10 % unserer Kunden, die darauf Wert legen. Wir haben 3-4 große Kunden, bei denen die Daten konsequent jährlich nachgeführt werden. Ich habe das Gefühl, wenn es früher mit 2D – Plänen nicht gemacht wurde dann wird es mit einem Modell auch nicht geschehen.“ (Nessier, 2022)*
  - *„Größere Städte und Gemeinden hatten zumindest einmal einen kompletten Datensatz. Im weiteren Verlauf kommt es auf die Strategie des Bauherrn an. Der eine Bauherr lässt die Daten jährlich nachführen, andere lassen einmal ein Leitungsinformationssystem (LIS) erstellen, weil es gefordert ist und machen 15 Jahre nichts mit den Daten.“ (Nessier, 2022)*
  - *„Die Situation im innerörtlichen Bereich verändert sich aber fortlaufend. Also müssten Haushaltsmittel für die Bestandserfassung und Datenaktualisierung als ständiger laufender Posten in die Haushaltsplanung einfließen. Leider wird in den Kommunen bisher nur sehr selten nach diesem Prinzip gehandelt. Damit sind die Daten nach vielleicht 10 Jahren wertlos, es sind Datenfriedhöfe.“ (Schröder, 2022)*
  - *„Es war immer der Bau wichtig. Bis die Daten dann auch im Zuge der Bestandserhebung ins GIS eingearbeitet wurden und dann in weiterer Folge einem Betriebsbereich zu Verfügung gestanden sind, sind teilweise Jahre vergangen.“ (Münch, 2022)*
- **Dezentrale Datenerfassung von Einbauten anderer Leitungsträgern im Straßenraum – dadurch ist auch eine Leitungsträger übergreifende Sanierung schwer zu realisieren.**
  - *„Überall wo ich nicht grabenlos sanieren kann, muss man natürlich schauen ob neben dem Kanal eben noch etwas anderes liegt. Das ist auch ein Thema, das*

eben noch sehr dezentral geregelt wird und man dadurch als Planer gezwungen ist alle abzuklappern und Informationen über die verbauten Leitungen einzuholen.“ (Höller, 2022)

- „Ich schätze der Digitalisierungsstand [der Kanalisation] in DE liegt bei ca. 90-95 %. Leider wurde das teilweise mit unterschiedlichen Systemen abgespeichert. Eine bundesweite Vernetzung gestaltet sich dadurch schwierig.“ (Brunecker, 2022)
- „Es gäbe hier auch die Möglichkeit einen etwas gesamtheitlicheren Überblick für den Auftraggeber zu geben. Wenn eine Sanierung im Abwasserkanal geplant wird, wird teilweise übersehen, dass zum Beispiel eine Trinkwasserleitung im umliegenden Bereich auch sanierungsbedürftig ist. Hier wird meistens nur auf den Bereich geachtet, für den man beauftragt ist.“ (May, 2022)
- „Wenn wir wirklich diese grafischen Schnittstellen hätten, wäre das schon smart. Es gibt immer wieder Fälle, in denen wir bei unserem Einsatz feststellen, dass der Bereich vor kurzem offen war und man die Rohre einfach kostengünstiger austauschen hätte können.“ (Brunecker, 2022)

## K Digitaler Zwilling

- **Der Digitale Zwilling ist der nächste Schritt nach BIM**
  - *“In practise we see that it stops after design and construction. Digital Twins are kind of a next level what comes after BIM. [...] That [BIM] information basis is a base for digital twins. Then you start to add other information, for example IoT-data or weather data.”* (Brink, 2021)
  - *“That is one step more mature than a BIM-Model, because it adds static and dynamic data. Digital twins as a concept says much more about the physical/digital environment and how can I use both to understand what’s happening but also to make better-informed decisions.”* (Brink, 2021)
- **Für einen Digitalen Zwilling ist nicht unbedingt ein 3D-Modell als Basis notwendig (es kommt auf den Use-Case an)**
  - *“You need 3D if you want to make things visible, but in this case, you need to know just several points in the system. For example, the points where you have your sensors. You have to know the location, but whether it sits high or low doesn’t matter. Why do we need a 3D-Model for this occasion anyway? Aquasuite [Aquasuite ist ein Softwarepaket von RoyalHaskoning] doesn’t need 3D information.”* (Brink, 2021)
- **Korrekt geführte Leitungsdatenbank hat Aspekte der BIM-Methodik und kann Grundlage sein für einen Digitalen Zwilling**
  - *„Das GIS-System ist eine Art von Digitalem Zwilling. Jedoch nur wenn es richtig gepflegt wird. Eine solche Datenbank aktuell zu halten, bedeutet einen großen Aufwand. Dadurch das hierbei zu wenig automatisiert wird, wird es auch stellenweise zu wenig gepflegt.“* (May, 2022)

## 14. Lebenslauf

### ZUR PERSON

Name: **Simon Franziskowski, B.Sc..**  
Anschrift: Burggasse 70, 1070 Wien  
Geburtsdatum/-ort: 26.08.1992 in Siegen (DE)  
Kontakt: mail: simon-franzis@web.de



### BERUFSPRAXIS

Seit 03/2023 bis jetzt **Studentischer Mitarbeiter (Tutor)**  
**Institut für Siedlungswasserbau, Industrie-wasserwirtschaft und Gewässerschutz (BOKU)**  
*Tutor für PJ. Projekt Siedlungswasserbau, Industrie-wasserwirtschaft und Gewässerschutz*

seit 07/2019 bis jetzt **Projektleiter**  
**PT Ing. Peter Trattner GmbH (Wien, AT)**  
Fachbereich: Abwasserentsorgung, Trinkwasserversorgung, Straßenbau, Leitungsinformationssysteme

05/2018 bis 02/2019 **Freier Dienstnehmer Baumanagement**  
**Architekturbüro Zauchenberger (Wien, AT)**

08/2018 – 10/2018 **Praktikant**  
**Wiener Linien GmbH & Co KG (Wien, AT)**  
U-Bahn-Linie U2, Bauabschnitt U2/18 „Matzleinsdorfer Platz“

02/2017 – 05/2018 **Angestellter**  
**Kardinal König-Haus Bildungszentrum der Jesuiten und der Caritas**

09/2013 – 12/2017 **Servicekraft**  
**MAG Personal GmbH**

02/2012 – 08/2013 **Bauhelfer**  
**Pflaster Kreativ Georg**

## BILDUNGSWEG

04/2020 – jetzt

### **Masterstudium Kulturtechnik und Wasserwirtschaft**

Mit den Schwerpunkten:

- Siedlungs-, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz
- Hydrologie und Wasserwirtschaftliche Planung
- Geodatenmanagement
- Verkehrsplanung und Verkehrswegebau
- Konstruktiver Wasserbau und Flussgebietsmanagement

09/2013 – 04/2020

### **Bachelorstudium Kulturtechnik und Wasserwirtschaft**

**Bachelorarbeit am Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft:**  
*Vermessung und Kartierung kleiner Gewässer im Lehrforst Rosalia (Grasriegelgraben)*

2003 - 2013

### **Landschulheim Schloss Ising (Chieming, DE)**

**Abschluss mit wirtschaftswissenschaftlichem Abitur**

## FÄHIGKEITEN UND KOMPETENZEN

Sprachen:

Deutsch – Muttersprache

Englisch – fließend in Wort und Schrift

Software:

MS Office, AutoCAD, BricsCAD, BaSys, EPANET, EPA SWMM, CePipe, Dlubal RFEM, Revit, Mathcad, GeoSi,

Geringfügiger: Python, C++

Führerschein:

Führerscheinklasse B

## HOBBYS UND INTERESSEN

Bouldern, Klettern, Bergsteigen, Radfahren, Handwerken