

Vollständige Digitalisierung der Bauwerksprüfung

Die Digitalisierung hat alle Bereiche unserer lebenden Umwelt erreicht. Sie bestimmt und verändert unsere gewohnten Lebensweisen rasant. Im Bauwesen hält die Digitalisierung langsamer als in anderen Branchen Einzug, verändert aber zunehmend die Arbeitsprozesse der Planung, Ausführung und Verwaltung von Baumaßnahmen. Vor allem im Erhaltungsmanagement von baulichen Anlagen liegt das Bestreben nach digitalen Vereinfachungen und einer papierlosen Dokumentation des Bauwerksbestands. Die Berliner Wasserbetriebe betreiben und unterhalten als Unternehmen des Landes Berlin heute insgesamt neun Wasserwerke, sechs Großklärwerke, 166 Abwasserpumpwerke sowie ca. 8000 km Trinkwasser- und ca. 11.000 km Abwassernetz, die in verschiedenen Epochen errichtet und entsprechend den geltenden Anforderungen stetig ausgebaut werden. Der Bauwerksbestand ist komplex und erfordert eine systematische Bauwerksunterhaltung im laufenden Betrieb. Das Unternehmen hat die notwendigen Prozesse schrittweise digitalisiert. Seit 2019 kommt für die Zustandsüberprüfung seiner baulichen Anlagen das Programmsystem ZIS Ing-Bau zum Einsatz, welches durch seine Datenerfassungsstruktur die komplexen Anforderungen an die betriebliche Dokumentation erfüllt. Der vorliegende Beitrag soll anhand eines konkreten Objekts des Bauwerksbestands der Berliner Wasserbetriebe die Entwicklungen zur Digitalisierung in der Bauwerksprüfung aus der Perspektive des Betreibers, des Anwenders und des Entwicklers vorstellen.

Stichworte Bauwerksprüfung; Erhaltungsmanagement; Asset-Management; Digitalisierung; Bestandsdokumentation; Bauwerkszustand; Bauwerksmanagement

1 Einleitung

Bauliche Anlagen unterliegen während ihrer Nutzung Abnutzungs- und Alterungserscheinungen aus Einwirkungen und Betrieb. Diese Veränderungen können u.U. standsicherheits- und betriebssicherheitsrelevante Zustände hervorrufen, die durch regelmäßiges Überwachen frühzeitig erkannt und beurteilt werden müssen.

Dabei unterliegen die Eigentümer oder Verfügungsberechtigten (ggf. Betriebsstellenleiter oder Objektmanager) gemäß BGB § 823 und §§ 836–838 [1] der Verkehrssicherungspflicht, d.h., sie sind für den ordnungsgemäßen Zustand ihrer baulichen Anlagen hinsichtlich Verkehrssicherheit, Standsicherheit und Umweltschutz verantwortlich, haben die Verpflichtung, ein Bauwerk so instand zu halten, dass deren Benutzer nicht gefährdet werden, und

Complete digitalization of structural condition inspections

Digitalization has reached all aspects of our personal and professional lives, changing and determining our usual way of life. Even though digitalization is not pushing forward as rapidly as in other industries, it continues to change the processes of planning, executing and managing construction projects. Especially maintenance management of structural facilities pursues relief by digitalizing processes and paperless documentation of asset conditions. As an organization of the federal state of Berlin, the Berliner Wasserbetriebe operate and maintain nine municipal waterworks, six wastewater treatment plants and 166 wastewater pumping stations as well as 8000 km of drinking water and 11,000 km of sewage network, which were established in different epochs and are continuously developed under applicable requirements. This ever-growing and complex inventory of structures requires systematic maintenance management during ongoing operations. The company digitalized the necessary processes step by step. Since 2019 the organization uses ZIS Ing-Bau for documenting and evaluating structural condition inspections. The systems data collection structure meets the complex requirements for the operational documentation. This article showcases the digitalization of maintenance management of structural facilities from the perspective of the operator, the structural inspector and the software developer, using a specific facility of the Berliner Wasserbetriebe.

Keywords structural inspection; maintenance management; asset management; digitalization; inventory documentation

haften gegenüber Dritten bei widerrechtlicher Verletzung.

Auch gemäß § 3 der Musterbauordnung [2] bzw. der jeweiligen Landesbauordnung sind Bauwerke so instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden. Es besteht die Verpflichtung zur Gefahrenabwehr und zur Sicherstellung einer ausreichenden Standsicherheit während der gesamten Lebensdauer der baulichen Anlage.

Die gesetzlichen Regelungen enthalten jedoch keine konkreten technischen Anweisungen zur Erfüllung der Verkehrssicherungspflicht. In der Rechtsprechung wird hierfür i. Allg. auf die Einhaltung allgemein anerkannter Regeln der Technik verwiesen. Für bauliche Anlagen aller

Art sowie im Speziellen für Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen sind insbesondere die nachfolgend dargestellten Regelwerke relevant.

Die DIN 1076 [3] regelt die Durchführung der Bauwerksprüfung, gibt den erforderlichen Turnus der Prüfungen vor und stellt Anforderungen an das Prüfpersonal. Eine Art ergänzende Handlungsanweisung stellt die RI-EBW-PRÜF [4] dar. Sie regelt die Schadenserfassung sowie die Bewertung der Schäden und Mängel unter den Aspekten der Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit. Im Ergebnis wird nach einem vorgegebenen Algorithmus eine Zustandsnote ermittelt [5] und der notwendige Instandhaltungsbedarf nach Dringlichkeit angegeben.

So wie die Zustandsprüfung von Ingenieurbauwerken im Zuge von Verkehrswegen durch den Einsturz der Wiener Reichsbrücke im Jahre 1976 an Bedeutung gewann, führten auch im Bereich aller sonstigen baulichen Anlagen tragische Bauwerkseinstürze im In- und Ausland mit erheblichen Personen- und Sachschäden zu Regelungen der Bauwerksprüfung. In diesem Zusammenhang wurden im Jahr 2006 von der ARGEBAU die „Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten“ als Anlage zur Musterbauordnung verabschiedet. Daraus resultierte die 2010 veröffentlichte VDI-Richtlinie 6200 [6]. Diese richtet sich u.a. an Gebäudeeigentümer, Verfügungsberechtigte, Bauabteilungen von Industrie- und Privatunternehmen sowie öffentliche Bauherren. Sie ist Grundlage für die regelmäßige Bauwerksprüfung, gibt Anhaltswerte zu Überprüfungsintervallen und stellt Anforderungen an das Prüfpersonal. Weiterhin enthält sie Beurteilungs- und Bewertungskriterien, Handlungsanweisungen für die regelmäßige Überprüfung der Standsicherheit sowie Empfehlungen für die Instandhaltung. Ausgenommen sind Verkehrsbauwerke im Regelungsbereich der DIN 1076 und der RIL 804 [7].

Sowohl die DIN 1076 als auch die VDI 6200 besitzen den Status allgemein anerkannter Regeln der Technik. Sie stellen das Mindestmaß für die Erkundung dar. Im Schadensfall muss nachgewiesen werden, dass die angewandten Überprüfungsverfahren diesem Mindestmaß entsprechen haben.

2 Zwecke und Umsetzung der Bauwerksprüfung bei den Berliner Wasserbetrieben

Die Berliner Wasserbetriebe sind eine Anstalt des öffentlichen Rechts und versorgen ca. 3,8 Mio. Menschen mit Trinkwasser und reinigen das Abwasser von ca. 4,7 Mio. Menschen in Berlin und Umgebung. Mit ca. 4750 Beschäftigten ist es das größte Wasserver- und Abwasserentsorgungsunternehmen in Deutschland.

Das Unternehmen betreibt und unterhält heute einen umfangreichen inhomogenen Bauwerksbestand mit

standortspezifischen, historischen und betrieblichen Besonderheiten. Hierzu zählen neben Gebäuden des allgemeinen Hochbaus insbesondere Ingenieurbauwerke und tiefbauliche Anlagen der Wasserver- und Abwasserentsorgung (Bild 1).

Da die Trinkwasserversorgung und die Abwasserreinigung als öffentliche Aufgabe im Interesse der Allgemeinheit stehen, ergibt sich neben der Verkehrssicherungspflicht auch die Pflicht des bedarfsgerechten Einsatzes begrenzter Mittel durch ein systematisches Erhaltungsmanagement mit dem Zweck, die Daseinsvorsorge langfristig zu sichern. Eine wichtige Grundlage dafür und insbesondere für Instandhaltungs- und Investitionsentscheidungen stellt die Kenntnis der Konstruktions- und Zustandsdaten des Bauwerksbestands im Unternehmen dar. Die relevanten Regelwerke zur regelmäßigen Überprüfung des Bauwerksbestands der Berliner Wasserbetriebe sind die VDI 6200 und die DIN 1076.

Die Leistungen der Bauwerksprüfung werden über Rahmenvereinbarungen beauftragt oder mit eigenem Personal erbracht. Für Fremdvergaben wurde darauf geachtet, Leistungen der Bauwerksprüfung und weiterführende Leistungen in aufeinander aufbauende, kalkulierbare, marktgerechte Leistungspakete abzugrenzen. Die Leistungsbeschreibung erfolgt in Anlehnung an die VFIB-Empfehlungen [8].

Für die Umsetzung bei den Berliner Wasserbetrieben ist von besonderer Bedeutung, dass die Datenerfassung vollständig digitalisiert und datenbankbasiert erfolgt, der Bauwerksbestand strukturiert abgebildet wird, ein Datenaustausch bei Leistungserbringung durch externe Bauwerksprüfungingenieure funktioniert, die Ermittlung der Bauwerkszustände objektiv erfolgt und bestandsübergreifend vergleichbar ist. Das Haus nutzt dafür die Software ZIS Ing-Bau [9], bei der der Zustandsnotenalgorithmus nach RI-EBW-PRÜF hinterlegt ist.



Bild 1 Luftbildaufnahme Klärwerk Ruhleben (Quelle: Berliner Wasserbetriebe)
Aerial view Ruhrleben wastewater treatment plant

3 Anwendungslösung zur Zustandserfassung und Dokumentation mit ZIS Ing-Bau

Komplexe Bauwerksbestände zu managen ist eine Herausforderung. Unterschiedliche Errichtungszeitpunkte, verschiedene Ansprüche an Unterhaltung, Instandhaltung und Betrieb, differierende konstruktive Bedingungen sowie Nutzungszwecke und nicht zuletzt Umwelteinflüsse verlangen versetzte Prüfzyklen und bedingen versetzte Instandsetzungszeitpunkte. Das System ZIS Ing-Bau unterstützt Betreiber dabei, dieser herausfordernden Aufgabe Herr zu werden.

Bereits seit über 26 Jahren werden Bauwerke in Deutschland mit SIB-Bauwerke [10] digital und dezentral verwaltet. Der Fokus lag auf den Ingenieurbauwerken nach DIN 1076, da die weiteren in Abschnitt 1 beschriebenen Richtlinien bis heute nicht das Durchdringungsniveau erfahren haben, wie dies bei der DIN 1076 der Fall ist.

3.1 Standort- und bauwerksbezogene Datenstruktur

ZIS Ing-Bau fokussiert alle Bauwerkstypen und bietet damit Betreibern großer und komplexer Bauwerksbestände digitale Werkzeuge, die für den Bereich Bauwerksprüfung bisher nicht zur Verfügung standen. Bauwerke werden nicht isoliert, sondern als Teil eines zusammenhängenden Bauwerksbestands betrachtet, wodurch die betrieblichen Abhängigkeiten eines komplexen Systems abgebildet werden können.

Die Prüfungsebenen werden um zwei Strukturebenen ergänzt (Bild 2). Dadurch kann die komplexe Realität von Betreibern großer Bauwerksbestände digital abgebildet werden. Bauwerksabschnitte können in sich eigenständige Bauwerke darstellen, die jedoch eindeutig einem Gesamtbauwerk zuzuordnen sind. Bei den Berliner Wasserbetrieben sind das bspw. einzeln außer Betrieb zu nehmende Becken eines Beckenblocks, um notwendige Unterhaltungsmaßnahmen unter Aufrechterhaltung der erforderlichen Leistung des Blocks ausführen zu können.

Jedes Element der Prüfungsebenen stellt ein für sich betrachtetes zu prüfendes Objekt dar und ist dementsprechend mit zahlreichen Eigenschaften versehen. Neben betreiberspezifischen Angaben und örtlichen Gegebenheiten werden konstruktive Eigenschaften, durchgeführte Baumaßnahmen, Bestandsunterlagenlisten und Verwaltungsmaßnahmen hinterlegt. Bestandsunterlagen können hinzugefügt und kategorisiert werden. Somit lassen sich für jedes betrachtete Objekt umfangreiche vergleichbare Informationen zusammenstellen und auswerten. Die Vergleichbarkeit der Informationen ist im Hinblick auf die Managementtätigkeit der Betreiber ein besonders wichtiger Faktor.

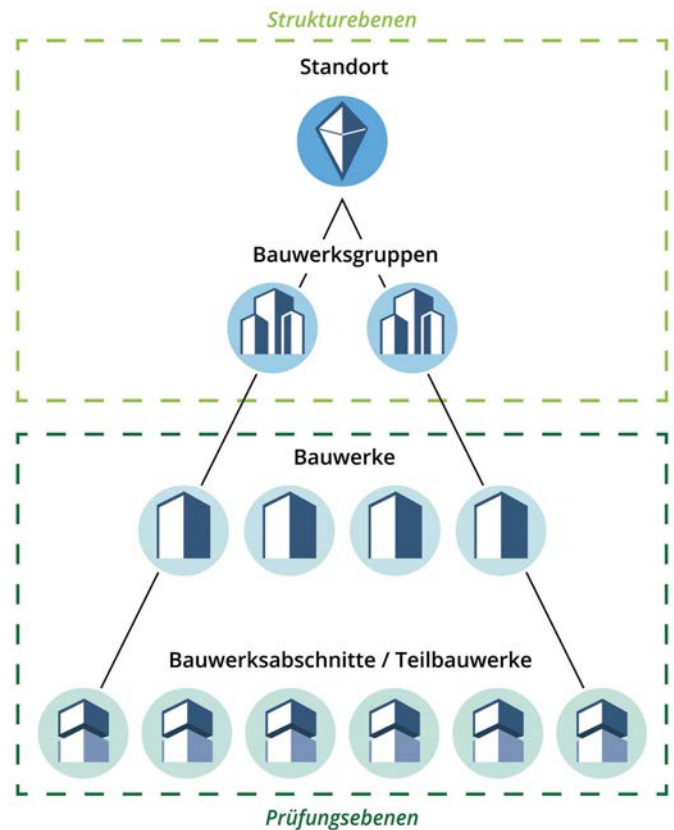


Bild 2 Struktur- und Prüfungsebenen in ZIS Ing-Bau
Structure and inspection layers in ZIS Ing-Bau

3.2 Prüfungsplanung

Eine zentrale Funktion des Bauwerksprüfungsmanagements ist die Prüfungsplanung (Bild 3). Jedem zu prüfenden Objekt wird ein spezifischer regulärer Prüfzyklus zugewiesen, mit wiederkehrenden Terminen für jede durchzuführende Prüfungsart. Mit diesen Angaben stellt ZIS Ing-Bau einen vollständigen Prüfungsplan zusammen. Auf einen Blick erhalten Betreiber stets aktuelle Informationen über das Prüfungsvolumen und den Prüfungsfortschritt ihres Bauwerksbestands für einen Betrachtungszeitraum von bis zu sechs Jahren.

Jegliche hinterlegte Information kann exportiert und somit externen Bauwerksprüfungsingenieuren zur Dokumenta-



Bild 3 ZIS-Ing-Bau-Maske Prüfungsplanung Jahresansicht
ZIS Ing-Bau annual view inspection planning

tion des Bauwerkszustands zur Verfügung gestellt werden. Zur Dokumentation und Auswertung der Prüfungen stellt ZIS Ing-Bau ebenso leistungsstarke Werkzeuge zur Verfügung wie zum Bauwerksbestandsmanagement.

3.3 Dokumentation

Die Dokumentation einer Bauwerksprüfung besteht aus mehreren Elementen. Die vorliegenden Schadenssituationen werden ausführlich beschrieben und dargestellt. Die Schäden werden bebildert, beschrieben und in Schadensskizzen verortet. Jeder Schaden wird in den Ausprägungen Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit nach dem Algorithmus der RI-EBW-PRÜF bewertet. Aus diesen Bewertungen wird automatisch eine Zustandsnote für das betrachtete Objekt errechnet. Dadurch ergibt sich ein auf Vergleichbarkeit und Priorisierung von Handlungsbedarf gerichtetes, objektives Beurteilungskriterium. Weiterhin werden bereits vom Bauwerksprüfingenieur Maßnahmen empfohlen, die eine Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Bauwerksfunktion und Betriebssicherheit ermöglichen und damit die geplante Nutzungsdauer gewährleisten. Checklisten können zur Umsetzung von betreiberspezifischen Standards eingesetzt werden. Komplettiert wird die Bauwerksprüfung von einem Text, der das Prüfungsgeschehen und den Erkenntnisgewinn der Prüfung zusammenfasst.

ZIS Ing-Bau stellt für all diese Aufgaben effiziente, vollständig digitalisierte Werkzeuge bereit (Bild 4). Der Bauwerksprüfingenieur importiert die vom Betreiber erhaltenen Datensätze in die Datenbank und überträgt sie in die mobile App von ZIS Ing-Bau. Diese ersetzt das Feldbuch. Sie ist digitale Schadensskizze zum Verorten der Schäden, Kamera und Bildbearbeitungstool, Diktiergerät und Erfassungshilfe sowie Träger der Bestandsunterlagen – alles im Smartphone oder Tablet des Prüfers, in einer App. Die größten Effizienzgewinne entstehen durch den

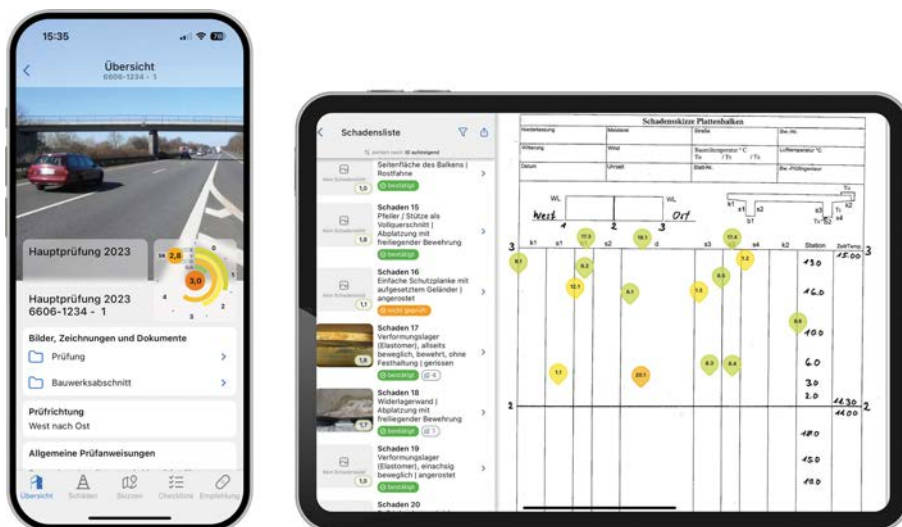
Wegfall jeglichen Medienbruchs. Das Zuweisen von Bildern zu Schäden, das Übertragen von Beschreibung und Bewertung und das Herstellen einer Beziehung zwischen Schaden und Schadensposition finden vollständig innerhalb des Systems statt. Nach der Rückübertragung der Daten in die Datenbank wird die Dokumentationsleistung vervollständigt, bspw. durch das Ergänzen des Prüfungstexts und die Ausgabe des Prüfberichts (Bild 5).

Der Betreiber erhält den aktualisierten Bauwerkszustand digital zurück und aktualisiert damit das Bauwerksbuch. Abgeschlossene Prüfungen werden im System revisionssicher gespeichert und dienen der Beweisführung im Sinne der Verkehrssicherungspflicht und der Betreiberverantwortung. Die Zustandsnoten geprüfter Objekte werden automatisch aktualisiert. Auswertungen, vom einzelnen Bauwerk bis zum gesamten Datenbestand, können bei Bedarf aktualisiert werden.

Spontan festgestellte Schäden, die den Bauwerkszustand negativ beeinflussen, sowie durchgeführte Instandsetzungsmaßnahmen, die einen positiven Effekt auf den Bauwerkszustand haben, können jederzeit auch zwischen den Bauwerksprüfungen eingepflegt werden, wodurch der aktuelle Zustand des Bauwerks auch digital direkt aktualisiert wird.

4 Anwendung von ZIS Ing-Bau am Beispiel der Bauwerksprüfungen im Klärwerk Waßmannsdorf

Nach einer Einführungsphase setzen die Berliner Wasserbetriebe seit 2019 für die Zustandsprüfungen und Bestandsdokumentation ihrer baulichen Anlagen die Programmierung ZIS Ing-Bau ein. Das Programmsystem erfüllt, durch seine standort- und bauwerksbezogene Datenerfassungsstruktur, die Anforderungen des betrieblichen Erhaltungsmanagements. Das folgende Beispiel zeigt eine aktuelle Anwendung aus dem Klärwerk Waßmannsdorf.



a) b)
Bild 4 ZIS Ing-Bau mobile App – Prüfungsübersicht (a), digitale Schadensskizze (b)
ZIS Ing-Bau mobile app – inspection overview (a), digital damage localization (b)

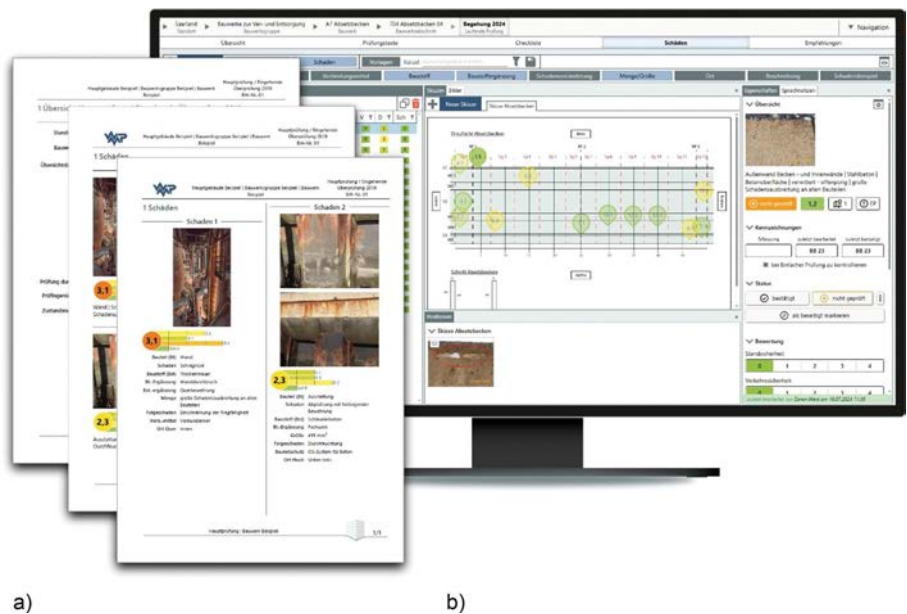


Bild 5 ZIS-Ing-Bau-Berichte Schadenskapitel (a) und Schadenserfassung in Desktop-Anwendung (b)
Report ZIS-Ing-Bau damages-chapter (a) and damage-documentation in desktop app (b)

4.1 Überblick

In Deutschland findet die Entsorgung von Klärschlamm aus kommunaler Abwasserreinigung noch über Mitverbrennung in Kraft-, Zementwerken oder Müllverbrennungsanlagen und in der landwirtschaftlichen Verwertung statt. Mit Verabschiedung der novellierten Klärschlammverordnung [11] liegt der Fokus zunehmend auf thermischen Verwertungsverfahren. Im Klärwerk (KW) Waßmannsdorf finden seit 2022 die Bauausführungen zum Neubau einer Klärschlammverwertungsanlage (KVA) statt. Mit ihrer Fertigstellung 2026 und einer Jahresleistung von 68.000t Trockenmasse kann künftig der gesamte Berliner Anfall an Klärschlamm und Rechengut thermisch selbst verwertet werden. Die Anlage wird durch die Essener WTE Wassertechnik GmbH als Totalunternehmer errichtet (Bild 6). Neben dem umfangreichen Industriebau erfordert die Maßnahme auch eine Einbindung in die bestehende Infrastruktur des Klärwerks.



Bild 6 KVA: Blick auf das Baufeld im Juni 2024 (Quelle: Berliner Wasserbetriebe)
KVA: view of the construction site in June 2024

Die Berliner Wasserbetriebe haben mit der GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG eine Rahmenvereinbarung für Bauwerksprüfungen nach VDI 6200 geschlossen. Bei der vorliegenden Maßnahme sollen die Überprüfungen an den Teilobjekten der KVA bereits baubegleitend stattfinden. Anhand des fertiggestellten Spülschachts SP4 stellt der folgende Abschnitt die konkrete Anwendung von ZIS Ing-Bau vor.

4.2 Spülschacht SP4

Für den Neubau der KVA ist eine Anbindung an den Leitungsbestand des Klärwerks notwendig. Für den Betrieb und die Unterhaltung der im Trassenverlauf geführten Druckleitungen werden elf begehbare Spülschächte (SP) angeordnet. Die Ausführung des SP4 erfolgte in wasserundurchlässiger Ort betonbauweise (C35/45). Die Abmessungen des Schachtbauwerks betragen im Grundriss 3,40m×9,90m. Die Bodenplatte liegt in einer Tiefe von rd. 3,60m unter Gelände (Bild 7). Die umlaufenden Schachtwände weisen eine Wandstärke von 40cm auf. An der Außenseite wird das Bauwerk durch nicht tagwasserdichte, befahrbare Stahlbetonplatten abgeschlossen (Bild 8). Für den Einstieg ist eine verschließbare Schachtabdeckung mit Schachtleiter vorhanden. Der Spülschacht wurde durch die Beton & Rohrbau 2.0 GmbH errichtet. Die GRBV Ingenieure haben im Juni 2024 eine Bauwerksprüfung gemäß den betrieblichen Vorgaben durchführt. Die Prüfung dient ferner als Zustandsdokumentation vor VOB-Abnahme der Bauleistungen.

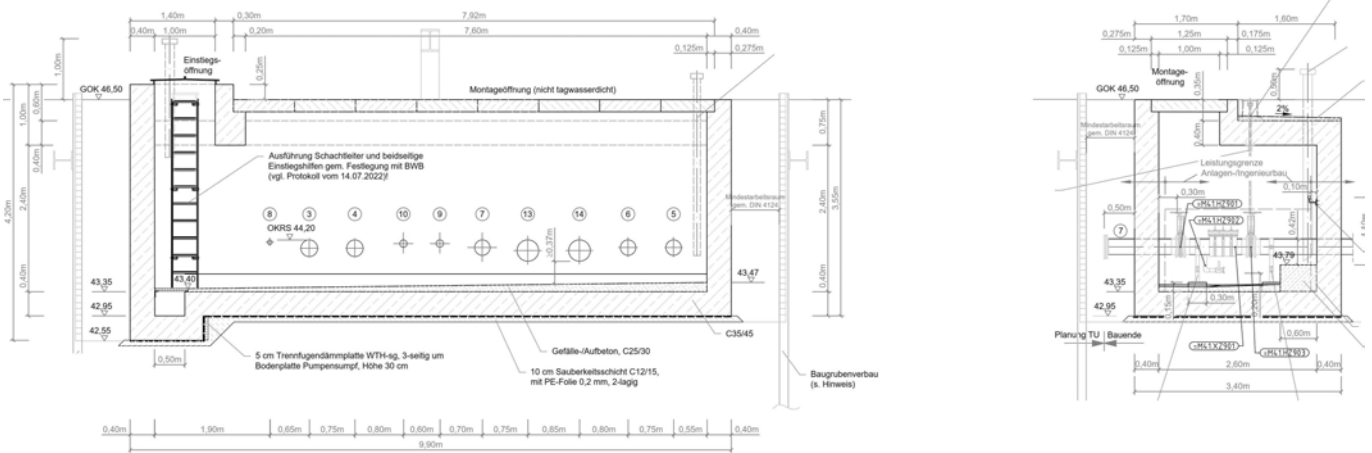


Bild 7 Spülschacht SP4: Längs- und Querschnitt (Planung tbf [12])
KVA: rinsing shaft SP4: lateral and cross-section (planning tbf [12])

4.3 Vorbereitung der Bauwerksprüfung

4.3.1 Anlegen der standortspezifischen Datenebenen

Die Objektstruktur für die Klärwerke der Berliner Wasserbetriebe ist standortspezifisch geregelt und richtet sich nach den Reinigungs- bzw. Verfahrensstufen der Anlagen. Für das KW Waßmannsdorf existiert ein vorgegebenes Objektnummernsystem, welches in die Datenebenen von ZIS Ing-Bau übertragen wird (Bild 9); Bauwerksabschnitte sind nicht erforderlich.

4.3.2 Standort- und Objektinformationen

Innerhalb der Datenebenen werden die für die Beschreibung des Objekts und seines Standorts notwendigen Informationen angelegt. Sie bilden die Grundlage für die Zustandsprüfung und die im Programm erzeugten Dokumente. In den Strukturdatenebenen werden die Angaben zur Lage des Standorts und dessen Bauwerksgruppen detailliert. Im vorliegenden Beispiel wurde der Standort Waßmannsdorf anhand von Übersichtsbildern, Standort-

lageplänen sowie betriebsrelevanten Dokumenten (z.B. Verfahrensanweisungen, Gefährdungsbeurteilungen usw.) dargestellt. Durch die Auswahl verschiedener Deklarationen verknüpft das Programm über eine Datenbank die verschiedenen Unterlagen mit der späteren Dokumentation (Prüfberichte, Bauwerksbuch).

Der Spülschacht 4 wird in der Bauwerksebene als Bauwerkstyp „Hoch-/Tiefbau“ mit der Bauwerksart „Industrieanlage“ angelegt und darin ausführlich beschrieben. Adress- und Objektinformationen wie die Bauwerksnummer, die Bauwerksart, das Baujahr und allgemeine Konstruktionsdaten des Schachts werden hinterlegt. Die Beschreibungen zur Konstruktionsweise des SP4 beinhalten weitere Unterrubriken. Hierzu zählen Angaben zur Tragkonstruktion und ihren Bauteilen sowie Ausstattungen. Den Bauteilen können Baustoffe zugeordnet werden. Die Prüfanweisungen werden festgehalten sowie Prüfgeräte und -fahrzeuge angegeben, die für die Durchführung der Zustandsprüfung des Bauwerks zu beachten sind bzw. notwendig werden. Die Prüfung des Spülschachts ist bspw. nur unter Verwendung einer persönlichen Schutzausrüstung und Führung eines Gaswarngeräts entsprechend den betrieblichen Vorgaben zulässig.



Bild 8 KVA, Spülschacht 4: Ansicht Bauwerk (Quelle: GRBV)
Rinsing shaft SP4: view of the construction



Bild 9 SP4: Datenebenen im ZIS Ing-Bau
SP4: data layers in ZIS Ing-Bau



Bild 10 Spülschacht SP4: Schadensskizze der Schachtdecke mit Verortung der Schäden und Schadensbilder
Rinsing shaft SP4: shaft ceiling damage localization and pictures

4.3.3 Anlegen von Prüfungen

Mit der Programmfunktion „Prüfungen“ erfolgt eine Zustandserfassung von Bauwerken und Bauwerksabschnitten. In ZIS Ing-Bau umfassen Prüfungen neben Prüfungsinformationen v. a. Prüfungstexte, Checklisten, Schäden (inkl. Bilder und Schadensskizzen) und Empfehlungen. Beim Anlegen der Prüfung wird das Prüfungsverfahren nach den geltenden Vorschriften festgelegt. Gemäß der Aufgabenstellung des AG war für die Zustandserfassung des Schachtbauwerks eine eingehende Prüfung nach VDI 6200, Abs. 10.1.3 vereinbart.

Zur Planung von Prüfungen wird in ZIS Ing-Bau ein regulärer Prüfzyklus festgelegt, der sich je nach Bauwerksart an den Empfehlungen der VDI 6200 oder der DIN 1076 orientiert und der auch betreiberspezifische Bedingungen (u. a. betriebliche Bedeutung, Redundanzen, Außerbetriebnahmeintervalle, vorhandener Bauwerkszustand) berücksichtigen kann. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich bei dem Spülschacht um ein Bauwerk, das keinen ständigen Aufenthalt von Betriebspersonal vorsieht und aus dem im Falle eines Versagens eine geringe bis mittlere Schadensfolge in Bezug auf Umweltschäden hervorgeht. Aufgrund der Konstruktionsweise des Schachts kann eine ausreichende Robustheit mit Tragfähigkeitsreserven angenommen werden. Für den Spülschacht ergibt sich nach VDI 6200 eine Zuordnung in die Schadensfolgeklasse CC2 und in die Robustheitsklasse RC2.

4.3.4 Durchführung und Dokumentation der Bauwerksprüfung SP4

Durch die Bereitstellung der mobilen Anwendung von ZIS Ing-Bau beginnt die Dokumentation der Bauwerksprüfung bereits mit ihrer Durchführung vor Ort. Die im System angelegten Bauwerks- und Prüfungsdaten werden in der App über eine Datenbank so bereitgestellt, dass die Zustandsaufnahme am Bauwerk mit mobilen Geräten offline erfolgen und die weitere Bearbeitung am PC nach einer Datenübertragung fortgesetzt werden kann. Für



Bild 11 Schadensaufnahme: herkömmliche Methode mit Feldbuch (a), mit mobiler App ZIS Ing-Bau (b)
Damage recording: conventional method with fieldbook (a), with mobile app ZIS Ing-Bau (b)

den Spülschacht wurde die Zustandserfassung mithilfe der mobilen App durchgeführt und die Funktion „Schadensverortung“ genutzt. Als Grundlage für die Schadensskizzen dienten die Rohbauzeichnungen des Schachts.

Die an den Bauteilen des SP4 festgestellten Mängel und Schäden wurden in der App am Smartphone zunächst listenartig angelegt. Zur Beschreibung stehen verschiedene voreingestellte Attribute zur Verfügung, die durch Freitexte beliebig ergänzt werden können. Mithilfe der integrierten Fotofunktion wurden aufgenommene Bilder den Schäden innerhalb der Anwendung zugeordnet und in den vorbereiteten Schadensskizzen durch Positionsmarken direkt verortet (Bild 10). Zur Beschreibung der Schäden kam die Funktion „Sprachnotizen“ zur Anwendung. Die Dokumentation der Betonüberdeckungsmessungen erfolgte in separaten Formularen nach Vorgabe des AG und wurde als Anlage zur Prüfung beigelegt.

Im Vergleich zu früheren Prüfmethoden mit z. B. Feldbuch und Fotokamera (Bild 11a) erleichtert die mobile Lösung die Vorbereitungen der Bauwerksprüfung, die Abläufe vor Ort und die späteren Nachbereitungen am Arbeitsplatz. Insbesondere die bisher händische Erstellung von Schadensskizzen bei u. U. beengten Zugänglichkeiten bzw. eingeschränkten Licht- oder Witterungsverhältnissen konnte durch die digitale Schadensverortung am Bauwerk (Bild 11b) effektiv ersetzt werden. Eine nachträgliche Verknüpfung der kartierten Schäden mit Schadensbildern aus einer Fotodokumentation war damit nicht mehr notwendig.

Alle in der mobilen App erstellten Prüfungsdaten wurden nach Durchführung der Prüfung in die Desktop-Anwendung übertragen und für die Auswertung in üblicher Form eines Prüfberichts bereitgestellt. Für die Erstellung und Gestaltung des Prüfberichts waren Vorgaben des AG zu berücksichtigen (Bild 12).



Bild 12 Prüfbericht der eingehenden Überprüfung des Spülschachts
Report of the in-depth inspection of the rinsing shaft

5 Ausblick

Die vollständige Digitalisierung der Bauwerksprüfung bietet eine große Chance, Bauwerke nachhaltiger zu betreiben, und ist zugleich eine Herausforderung, der sich aufgrund des fortschreitenden Klimawandels unbedingt anzunehmen ist. Durch die konsequente Erfassung und Pflege der Bauwerkszustände wird konstruktiven Schwachstellen früher Aufmerksamkeit gewidmet und es ergeben sich Rückschlüsse für die Planung. Die Früherkennung von Schäden erhöht den Handlungsspielraum, wodurch der Instandhaltungsaufwand optimiert werden kann. Die entstehenden Informationen sind die Grundlage für fundierte Erhaltungsmanagementstrategien sowie für betriebswirtschaftliche und strategische Entscheidungen, um die steigenden Anforderungen an die Sicherheit und die langfristig zuverlässige Aufrechterhaltung der Bauwerksfunktion zu gewährleisten. Durch das Erreichen längerer Nutzungszeiten von Bauwerken werden nicht nur die eingesetzten Ressourcen effizienter genutzt, sondern mittel- bis langfristig auch Investitionsstaus aufgelöst. Für die Berliner Wasserbetriebe erhöht sich dadurch die Rechts-, Betriebs-, Investitions- und Planungssicherheit.

Literatur

- [1] BGB Bürgerliches Gesetzbuch. In der Fassung der Bekanntmachung vom 02.01.2002 (BGBl. IS. 42, ber. S. 2909, 2003 S. 738), zuletzt geändert durch Gesetz vom 16.07.2024 (BGBl. IS. 240) m.W.v. 20.07.2024.
- [2] MBO Musterbauordnung, Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 23./24.11.2023.
- [3] DIN 1076 (1999) *Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen – Überwachung und Prüfung*. Berlin: Beuth.
- [4] RI-EBW-PRÜF (2017) *Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076*. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.
- [5] Haardt, P. (1999) *Algorithmen zur Zustandsbewertung von Ingenieurbauwerken*. Bremerhaven: NW-Verlag.
- [6] VDI-Richtlinie 6200 (2010) *Standardsicherheit von Bauwerken – Regelmäßige Überprüfung*. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure e.V.

BIM-Projekte sind eine weitere Herausforderung in der Digitalisierung der Bauwerksprüfung. Sie werden auch in der Erhaltung von Bestandsbauwerken zur Regel werden. Eine zukünftige Anforderung an Bauwerksprüfungingenieure wird demnach sein, die Ergebnisse der Bauwerksprüfungen im Austauschformat des BIM-Standards, der ifc-Datei, zur Verfügung zu stellen. Dadurch ergeben sich für alle Beteiligten Effizienzgewinne, da die konstruktiven Eigenschaften der Bauwerke an einer zentralen Stelle gepflegt werden können. Angereichert um aktuelle Zustandsinformationen, Diagnoseergebnisse und Monitoringwerte kann die Vision des Digitalen Zwillings Realität werden.

ZIS Ing-Bau nimmt sich den Herausforderungen, denen sich die Bauwerksprüfungingenieure und die Betreiber stellen müssen, an. Die bereits existierenden Auswertungen des Programms sind die Säulen der Weiterentwicklung zum Erhaltungsmanagement. Ein ifc-Tool, welches mit direkter Datenbankanbindung an ZIS Ing-Bau standardkonform ifc-Dateien mit Daten der Bauwerksprüfung anreichert, existiert bereits als Proof of Concept. Beide Säulen der Weiterentwicklung werden in enger Zusammenarbeit mit den Nutzern des Systems konzeptioniert und entwickelt.

- [7] Richtlinie 804 (2003) *Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten*. Karlsruhe: DB Services Technische Dienste.
- [8] VFIB (2022) *Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076*. Frankfurt: VFIB e.V.
- [9] WPM Ingenieure (2024) *ZIS Ing-Bau – Software für Bauwerksprüfung* [Software]. Neunkirchen-Heinitz: WPM Ingenieure GmbH. <https://zisingbau.de> [Zugriff am: 19. September 2024]
- [10] WPM Ingenieure (2024) *SIB-Bauwerke – 1.9* [Software]. Neunkirchen-Heinitz: WPM Ingenieure GmbH. <https://sib-bauwerke.de> [Zugriff am: 19. September 2024]
- [11] AbfKlärV Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung). vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465), zuletzt geändert durch Artikel 137 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).
- [12] tbf partner Planer und Ingenieure (2019) *Ausführungsplanung SP4*. Hamburg München Stuttgart.

Autor:innen

Dipl.-Ing. (FH) Karsten Jacob, M.Eng. (Korrespondenzautor:in)
k.jacob@grbv.de
GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG
Boxhagener Straße 77–78
10245 Berlin

Dipl.-Ing. (FH) Kai Krämer
kai.kraemer@bwv.de
Berliner Wasserbetriebe
Neue Jüdenstraße 1
10179 Berlin

Simon Werz, M.Sc.
simon.werz@wpm-ingenieure.de
WPM – Ingenieure GmbH
Grubenstraße 80
66540 Neunkirchen-Heinitz

Zitieren Sie diesen Beitrag

Jacob, K.; Krämer, K.; Werz, S. (2024) *Vollständige Digitalisierung der Bauwerksprüfung*. Bautechnik 101, H. 12, S. 756–764.
<https://doi.org/10.1002/bate.202400077>