



Methoden der Bestandsaufnahme zur Erstellung eines Sanierungsprojektes für eine Abwasserbeseitigungsanlage

Axel Axmann ¹, Walter Bodemann ²

¹ *ILF Beratende Ingenieure Untere Viaduktgasse 53/3/10, 1030 Wien*

² *Bodemann Kommunalservice Ges.m.b.H., Mühlebacherstraße 6, 6850 Dornbirn*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **82** (1–2), S. 139–145

1994

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Axmann_VGI_199421,  
  Title = {Methoden der Bestandsaufnahme zur Erstellung eines  
          Sanierungsprojektes f{"u}r eine Abwasserbeseitigungsanlage},  
  Author = {Axmann, Axel and Bodemann, Walter},  
  Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
            Geoinformation},  
  Pages = {139--145},  
  Number = {1--2},  
  Year = {1994},  
  Volume = {82}  
}
```



Methoden der Bestandsaufnahme zur Erstellung eines Sanierungsprojektes für eine Abwasserbeseitigungsanlage

von A. Axmann, Wien und W. Bodemann, Dornbirn

Zusammenfassung:

Zur Bewältigung aller Aufgaben für die Beseitigung und Reinigung aller kommunalen Abwässer zählt nicht nur die Neuerrichtung und Erweiterung von Kanalisationsnetzen und Kläranlagen, sondern auch die Wartung und Sanierung der bestehenden Anlagen. Die Erstellung eines Kataloges der notwendigen Sanierungsmaßnahmen unter der Berücksichtigung wirtschaftlicher und ökologischer Gesichtspunkte bedarf einer vorausgehenden, vollständigen Zustandserfassung. Es werden Methoden zur computerunterstützten Kanalbestandsaufnahme vorgestellt.

Abstract:

The list of tasks for collecting and purifying the wastewater of a municipality does not only consist of the construction and extension of the sewerage system and the clarification plant but also includes the maintenance and the renovation of the existing system. The set-up of a catalogue of all the required reconstruction measures needs a preceding, complete survey of the system state. The paper presents some methods for computer-aided sewerage survey.

1. Einleitung

Aufgrund der wachsenden Umweltsensibilität sowie der zunehmenden Erkenntnis über die ökonomische und ökologische Wichtigkeit eines funktionierenden Kanalsystems werden in den kommenden Jahren in Europa Milliardenbeträge für Sanierungen, Erweiterungen und Neubauten aufgewendet.

Bis in die heutige Zeit wurde der Kanal, der eine kommunale Anlage, und somit öffentliches Eigentum ist, im allgemeinen nicht mit der nötigen Sorgfalt behandelt, obwohl dieser einen wesentlichen Vermögenswert jeder Kommune darstellt. Nach der Errichtung wurde ihm meistens keine weitere Beachtung geschenkt. Regelmäßig durchgeführte, gewissenhafte Kanalwartungstätigkeiten und Zustandskontrollen sind bis heute eher die Ausnahme. Der bereits eingangs erwähnten Sensibilisierung der gesamten Bevölkerung im Bereich Umwelt und Ökologie ist es zu verdanken, daß man sich der Bedeutung eines baulich und hydraulisch einwandfrei intakten Kanalisationssystems immer mehr bewußt wird.

Es ist eine ökologische und volkswirtschaftliche Fehlentscheidung, modernste Abwasserreinigungsanlagen (ARA) am Ende eines Kanalnetzes zu errichten, wenn große Mengen des Abwassers durch beschädigte Kanäle exfiltrieren, und so das Erdreich, eventuell sogar das Grundwasser kontaminieren. Glaubwürdige Untersuchungen für die BRD geben Exfiltrationsmengen zwischen 10 und 100 Mio. m³/Jahr an.

Aber nicht nur Abwasseremissionen, sondern auch die Infiltration von Grundwasser oder die Einleitung von Oberflächenentwässerungen, Drainagen und offenen Gerinnen in Trennsysteme stellen ein Problem dar. Die Fremdwassermengen können bis zu 60% des Gesamtzuflusses betragen. Dadurch steigen nicht nur die Betriebskosten der ARA ganz erheblich, es kann dies auch zu verfahrenstechnischen Problemen führen.

Aus diesen Überlegungen erscheint es erforderlich und wirtschaftlich sinnvoll, das Gesamtsystem baulich und hydraulisch sorgfältig zu überprüfen und mit Ingenieurmethoden analysieren zu lassen.

Der typische Ablauf bei der Ausarbeitung eines solchen Sanierungsprojektes soll gliedert sich im wesentlichen wie folgt:

- (1) Grundlagenerfassung
 - Erstellung einer digitalen Grundkarte
 - Vorort-Bestandsaufnahme der Abwasserbeseitigungsanlage
- (2) Hydraulische Nachberechnung
- (3) Beurteilung des baulichen und hydraulischen Zustandes
- (4) Kanalnetzanalyse und Variantenuntersuchungen
inkl. Neukonzeption und Sanierungsmaßnahmen
- (5) Maßnahmenkatalog mit Prioritätenreihung und Kostenschätzung

Der gegenständliche Beitrag behandelt einige moderne Methoden zur Beschaffung der Ausgangsdaten für die Erstellung solcher Sanierungsprojekte (Schritte 1-3). Sämtliche Arbeiten werden in der Praxis an konkreten Projekten im In- und Ausland durchgeführt

2. Grundsätzliches

Alle im folgenden beschriebenen Methoden der Bestandsaufnahme liefern als Ergebnis digitale Information. Sämtliche Daten sind in der Weise an eine zentrale Datensammlung zu übermitteln, daß dort eine homogene Weiterverarbeitung möglich ist.

Vor Durchführung hat eine Planung der anfallenden Datenflüsse zu erfolgen:

- Datenformate
- Zuordnungsschlüssel
- Qualitätsangaben
- Prüfkriterien

Für die zielgerechte Datenverwaltung ist ein aufgabenorientiertes Datenmodell zu erstellen. Die Datenhaltung sollte objektbezogen sein. Die Bewältigung der komplexen Anforderungen an Datenstrukturen und Datenmanagement gelingt mit Hilfe Geographischer (Raumbezogener) Informationssysteme. Dieses Systeme eignen sich zur Homogenisierung und Verwaltung heterogener Daten.

Es wird darauf hingewiesen, daß es nicht unbedingt nötig und sinnvoll ist, sämtliche Daten in das GIS bzw. seine Datenbank zu übertragen. Das GIS dient i.a. lediglich der Verwaltung von Zugriffsschlüsseln auf andere digitale Bestände (z.B.: Das GIS verwaltet Band-Nummern und Laufmeterangaben aus dem Kanal-TV und steuert im Abfragefall mittels Software - und Hardwarechnittstellen das Auffinden und Abspielen der entsprechenden Videosequenzen).

Ebenso dient das GIS als Werkzeug zur Erstellung aller Unterlagen zur

- Bestandsdokumentation
- Zustandsbeurteilung
- Netzanalyse
- Planung von baulichen Maßnahmen

3. Erhebung des vorhandenen Plan- und Datenmaterials

Als Grundlage für die Durchführung muß sämtliches vorhandenes Plan- und Kartenmaterial eingeholt werden:

- *Luftbildkarten bzw. Katasterpläne* (Grundstücksgrenzen)
- *Flächenwidmungs- und Bebauungspläne* - mit den eingetragenen Be-völkerungsdichten sowie eventuell geplanten Erweiterungsbereichen
- *Unterlagen über bestehende Kanalisationsprojekte*
- *Bestandspläne der vorhandenen Kanalisationsanlagen* - mit den je-weiligen Abgrenzungen der Einzugsgebiete
- *Topographische Planunterlagen* - von Erweiterungsbereichen

Nach Erhebung aller bestehenden Kanalhaltungen und Kanalisationsbauwerke ist es **unbedingt notwendig, eine gut strukturierte, systematische und eindeutige Bezeichnung (Nummern-code)** für alle Stränge und Bauwerke einzuführen. Die Vergabe der Strangbezeichnungen soll in der Art erfolgen, daß anhand der Bezeichnung zwischen Haupt-, Neben- und Stichleitungen unterschieden werden kann. Diese Strangbezeichnungen müssen geeignet sein, in einem künftigen Abwasserkanalkataster übernommen zu werden.

4. Naturbestandsaufnahme

Um eine vollständige Bestandshydraulik sowie geometrisch richtige Pläne vom gesamten Kanalisationssystem erstellen zu können, muß die Einmessung der Kanalschachtdeckel in dreidimensionalen Form erfolgen.

Geforderte Genauigkeiten:

- Lage: ± 50 mm
- Höhe: ± 20 mm

5. Computerunterstützte Schachtbauwerksaufnahme inkl. optischer Aufnahme des Bauzustandes

Anschließend an die geometrische Einmessung der Schachtdeckel ist die innere Geometrie des Schachtbauwerks vollständig zu erfassen. Die aus dieser Aufnahme gewonnenen vermessungstechnischen Daten bilden die Ausgangsbasis für die hydraulische Nachrechnung des Bestandes.

Für die Erfassung des Kanalnetzes mit der entsprechenden Genauigkeit nach heutigem Stand der Technik steht ein computerunterstützter Aufnahmeroboter (CUSS) zur Verfügung. Mit diesem kann die geometrische Aufnahme der Schachtbauwerke mit einer Genauigkeit von ± 3 cm auf Basis eines Laserentfernungsmesssystems durchgeführt werden.

Folgende Geometriedaten, ausgehend vom Mittelpunkt des Schachtdeckels (Bezugspunkt im Landessystem) sind zu erfassen:

- Lage und Form des Schachtbauwerkes
- Lage und Form bzw. Durchmesser von Strangzu- und -abläufen sowie sonstigen Anschlüssen
- Einmündungsrichtung in $\pm 5^\circ$ Genauigkeit

Der Aufnahmeroboter ist mit einem Kameraauge ausgestattet, sodaß das fachlich entsprechend qualifizierte Bedienungspersonal das Schachtbauwerk vom Steuerpult aus auf bauliche Schäden bzw. Mängel, und auf seine hydraulische Funktionsfähigkeit hin überprüfen kann. Die Kamera weist eine Auflösung von 750 x 580 Pixel und 460 TV-Linien auf. Die Lichtempfindlichkeit beträgt ≤ 2000 Lux.

Die Stamm-, Sach- und Geometriedaten sowie alle Schäden und Mängel werden entsprechend den technischen Richtlinien (z.B. ATV M 145 und M 143 Teil 2 [1]) erfaßt und auf einer relationalen Datenbank direkt vor Ort gespeichert. Die Schachtaufnahme und -beurteilung muß von einem hierfür qualifizierten und befugten Techniker durchgeführt werden, welcher abschließend eine bauliche und hydraulische Klassifizierung des Bauwerkes entsprechend dem ÖWWV-Regelblatt 21 [2] vornimmt.

Die Daten werden mittels Schnittstellenprogrammen an andere Verwaltungsprogramme und an das GIS übergeben. Die gesamte Schachtaufnahme wird auf Video (System VHS) aufgezeichnet. Die wichtigsten Sachdaten zur Referenzierung der Videoaufnahmen sowie die Schadensbezeichnungen werden in digitaler Form in einem RDBMS gespeichert. Zusätzlich können Einzelbilder auf einem Videoprinter ausgegeben werden.

Als ergänzende Dokumentation zum Videoband entsteht unmittelbar nach jeder Schachtaufnahme ein Aufnahmeprotokoll. Form und Inhalt des Protokolles können den Wünschen des Auftraggebers angepaßt werden.

Durch die Schachtaufnahme mit einem Roboter entfallen alle sicherheitstechnischen Auflagen und Risiken, die beim Aufenthalt von Personal in Schächten zu beachten wären. Durch die oben beschriebene Aufnahmemethode mit einem Spezialroboter wird die Aufnahmequalität und -quantität gegenüber einer händischen Erfassung erheblich gesteigert.

6. Spülung und optische Aufnahme der einzelnen Kanalstränge durch Kanal-TV

Um den baulichen Anlagenzustand entsprechend dem ÖWWV-Regelblatt 21 [2] beurteilen zu können, und um aus dieser Basis später Wartungs- und Sanierungspläne auszuarbeiten, ist eine optische Aufnahme der einzelnen Haltungen erforderlich.

Vor der optischen Überprüfung der einzelnen Haltungen ist es in den meisten Fällen erforderlich den Kanal mit geeigneter Gerätschaft zu reinigen, d.h. zu spülen. Die Reinigung von in Betrieb befindlichen Kanälen bis zu einer lichten Weite von ca. 1000 - 1500 mm hat mit kombinierten Kanalspül- und Schlammsaugfahrzeugen, ausgerüstet mit einer Wasserrückgewinnungsanlage, zu erfolgen. Das Spülpersonal hat genaue Aufzeichnungen zu führen über Ort (Strang, Haltung), Zeit-aufwand, Spülleistung, Verschmutzungsart und -grad, sowie Ergebnis der Spülung.

Unmittelbar anschließend an die Reinigung, jedoch spätestens innerhalb der zwei darauffolgenden Tage ist mittels einem Kanalfernaug eine optische Untersuchung hinsichtlich des baulichen und hydraulischen Zustandes durchzuführen. Das Kanalaug ist im allgemeinen auf einem dreh- und schwenkbaren Kopf montiert. Das Schwenkvermögen der Kamera muß radial 90° und axial 360° betragen. Als Kamera dient eine Farbkamera mit einer Auflösung von mind. 460 TV-Zeilen (VHS). Weiters können Schadensfotos vor Ort über einen Videoprinter ausgegeben und gleichzeitig digital abgespeichert werden. Es sind die gesamten Sachdaten am Beginn einer Haltungsuntersuchung wie Uhrzeit, Ort, Untersuchungsanfang und -ende, Lageplan, Rohrmaterial, Durchmesser etc. zu erfassen. Während der Untersuchung sind Mängel und Schäden abzuspeichern sowie auf Videoband aufzuzeichnen.

Das Ergebnis der Untersuchung ist ein Protokoll mit graphischer Darstellung der Haltung, das direkt vor Ort von einem entsprechenden grafikfähigen Drucker ausgegeben wird.

Die Wegenlängenmessung des Kamerafahrwagens erfolgt automatisch mit einer Genauigkeit von ± 25 cm.

Zur lagemäßigen Ortung von unbekanntem Kanälen bzw. überdeckten Schächten ist die Kamera mit einem Impulssender bestückt.

7. Dichtheitsprüfungen, Durchflußmessungen

Eine der wohl wichtigsten Bestandsuntersuchungen ist die Durchführung von Dichtheitsproben am im Betrieb befindlichen Kanal. Diese Untersuchung ergibt eine eindeutige Aussage über den baulichen Zustand des Kanales.

Die Überprüfung sollte mit Luftdruck entsprechend ÖNORM B 2503 [3] erfolgen. Das Ergebnis der Prüfung ist ein Zeit-Druck-Diagramm unter Angabe der spezifischen Kenndaten. Prüfdruck und Dauer sind in der ÖNORM B 2503 festgelegt. Auch das Ergebnis der Dichtheitsprobe ist vor Ort auf einem graphikfähigen Drucker auszugeben.

Als Unterstützung für eine spätere Nachrechnung des hydraulischen Zustandes werden Durchflußmessungen (Q-Messung) an spezifischen Punkten durchgeführt.

Bei Mischkanalsystemen müssen parallel zur Q-Messung stattfindende Regenereignisse aufgezeichnet werden. Die Q-Menge ist in einem Zeitintervall von 15 Minuten über eine Gesamtdauer von 14 Tagen je Meßstelle digital aufzuzeichnen.

Folgende Daten sind zu erfassen:

- Ort = Strangnummer und Schachtnummer
- Zeitintervall
- Durchflußmenge Q
- Wasserspiegelhöhe h
- Profil im Bereich der Messung
- Geschwindigkeit v

8. Dateneinarbeitung in ein Geographisches Informationssystem (GIS)

Die enorme Menge an digitaler Bestandsinformation, die bis zu diesem Zeitpunkt angefallen ist, kann nach heutigem Stand der Technik nur mehr mittels eines Geographischen Informationssystems verwaltet werden.

Nach der Erarbeitung der Plangrundlagen kann die Übernahme der Daten aus den Feldaufnahmen erfolgen:

- Einlesen der Vermessungsdaten der aufgenommenen Kanalschachtdeckel
- Übernahme der geometrischen Schachtbestandsaufnahmedaten inkl. der optischen Bauzustandsaufnahmen in digitaler Form
- Übernahme der Daten über Dichtheitsprüfungen von Kanalhaltungen
- Einarbeiten der durchgeführten Durchflußmessungen
- Topographische Abgrenzung der Einzugsgebiete der einzelnen Kanalstränge
- Ermittlung der Abflußbeiwerte im Falle von Mischkanalisationssystemen

Die oben aufgeführten Informationen sind in dem erarbeiteten Datenmodell objektbezogen abzuspeichern und zu verwalten.

Abschließend werden die digital erfaßten Daten entsprechend dem Regelblatt 21 des österreichischen Wasserwirtschaftsverbandes [2] mit Hilfe der Bestandspläne und verschiedenen thematischen Auswertungen dokumentiert.

9. Hydraulische Nachrechnung des Bestandes

Um eine abschließende Gesamtbeurteilung des hydraulischen Zustandes zu ermöglichen, muß anhand der Bestandsdaten eine Nachrechnung des Kanalisationsnetzes durchgeführt werden.

Die für die hydraulische Berechnung erforderlichen Grundlegendaten werden nun direkt aus dem GIS übernommen. Eine gewissenhafte Plausibilitätskontrolle der übernommenen Basisdaten (Abflußbeiwert, Regenintensität, Einzugsgebiete, Bevölkerungsdichte etc.) durch einen erfahrenen Ingenieur sollte zu diesem Zeitpunkt unbedingt erfolgen.

Die hydraulische Nachrechnung des Systems muß mit Hilfe eines hydrodynamischen Berechnungsmodelles erfolgen, um sämtliche Fließvorgänge möglichst realitätsgetreu nachvollziehen zu können. Zusätzlich soll im Rahmen dieser Nachrechnung eine Kontrolle mittels der durchgeführten Durchflußmessungen erfolgen.

10. Zustandsbeurteilung

10.1 Baulicher Zustand

Mit Hilfe der gespeicherten Daten ist eine bauliche Zustandsbeurteilung gemäß ÖWWV-Regelblatt 21 [2] des gesamten Kanalisationsnetzes zu erstellen. Die Ermittlung der Zustandsklassen erfolgt anhand eines Punktesystems auf Grundlage des ATV-Merkblattes M143 [1].

In dieser Beurteilung sind sämtliche Kanalstränge bezüglich ihres Bauzustandes in folgende Stufen einzuteilen:

Klasse	Beurteilungskriterien	Funktionsfähigkeit/Notwendige Maßnahmen
1	Der Kanal befindet sich in einem guten Zustand	voll funktionsfähig
2	Der Kanal befindet sich in einem schlechten Zustand	noch funktionsfähig / Reparatur empfohlen
3	Der Kanal ist stark angegriffen, gerissen und weist versetzte, ausgebrochene oder geöffnete Muffen auf. Die Standsicherheit ist noch gewährleistet.	beschränkt funktionsfähig / Reparatur notwendig
4	Der Kanal ist undicht, allseits sehr stark eingedrückt, eingestürzt oder einsturzgefährdet.	nicht mehr funktionsfähig / Umgehende Sanierung notwendig

10.2 Hydraulischer Zustand

Weiters ist, aufgebaut auf die hydraulische Nachrechnung des Kanalisationsnetzes und mit Hilfe der gespeicherten Daten eine hydraulische Zustandsbeurteilung gemäß ÖWWV-Regelblatt 21 [2] und ATV-Merkblatt M143 [1] zu erstellen. In dieser Beurteilung sind sämtliche Kanalstränge bezüglich ihres hydraulischen Zustandes in folgende Stufen einzuteilen:

Klasse	Beurteilungskriterien	Funktionsfähigkeit
1	Es sind keine hydraulischen Überlastungen erkennbar	voll funktionsfähig
2	Es sind vereinzelt hydraulische Überlastungen erkennbar bzw. bekannt	noch funktionsfähig
3	Es treten hydraulische Überlastungen auf (häufiges Anspringen von Regenüberläufen und gelegentliche Rückstauerscheinungen).	beschränkt funktionsfähig / tolerierbar
4	Es treten regelmäßig hydraulische Überlastungen auf (ständiges Anspringen von Regenüberläufen, häufige Rückstauerscheinungen)	nicht mehr funktionsfähig

Die Ermittlung der Zustandsklassen erfolgt auf Grundlage eines Punktesystems, das gemeinsam mit dem Auftraggeber spezifiziert werden.

Zusätzlich zu den Beurteilungsberichten laut 10.1 und 10.2 ist aus dem GIS zu erstellen:

- Thematische Karten mit eingetragenen baulichem und hydraulischem Zustand
- Auflistung der Rohrleitungen und Schachtbauwerke nach hydraulischen Zustand

11. Sanierungsmaßnahmen, Variantenuntersuchung

Die beschriebenen Leistungen sind ausschließlich Vorarbeiten, um daraus die ökologisch und ökonomisch effizientesten Maßnahmen zur Verbesserung der Abwassersituation gezielt treffen zu können:

- Sanierung bestehender Abschnitte
- Neukonzipierung
- Neubau (Redimensionierung, Austausch)
- Erweiterung

Wie bereits eingangs erwähnt, ist zunächst das größte Augenmerk der Sanierung bestehender Netzabschnitte zu schenken. In Kerngebieten mit den zumeist ältesten Bauabschnitten fallen auch die größten Abwassermengen an, sodaß gerade dort ein funktionierendes Abwasserbeseitigungssystem von größter Bedeutung ist. Dieser Tatsache trägt auch der Gesetzgeber Rechnung, als in Zukunft vor Netzerweiterungen vermehrt alle Maßnahmen zur Sanierung des Bestandes von öffentlicher Hand gefördert werden sollen.

Literatur:

- [1] Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., Merkblatt M143: Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen, St. Augustin, Deutschland 1991
- [2] Österreichischer Wasserversorgungsverband, Regelblatt 21: Kanalkataster, Wien 1989
- [3] Österreichisches Normungsinstitut, ÖNORM B 2503: Ortskanalanlagen, Wien 1992

Anschrift der Autoren:

Axel Axmann, Dipl.-Ing., ILF Beratende Ingenieure Untere Viaduktgasse 53/3/10, 1030 Wien
 Walter Bodemann, Ing., Bodemann Kommunalservice Ges.m.b.H., Mühlebacherstraße 6, 6850 Dornbirn