

## **Strategien zur Zustandserfassung von Kanalisationen** (Dissertation von Dipl.-Ing. Karsten Müller, RWTH-Aachen)

Vor dem Hintergrund eines zukünftig zu erwartenden Inspektionsumfangs von bundesweit etwa 30.000 km/a sollte durch eine geeignete Strategie sichergestellt werden, dass die Inspektion wirtschaftlich erfolgt. Seitens der Kanalnetzbetreiber sollte daher überlegt werden, ob und unter welchen Umständen haltungsindividuelle Festlegungen von Inspektionszeitpunkten mit prognostischen Verfahren der derzeit üblichen Festlegung weitgehend konstanter Inspektionsintervalle vorzuziehen sind. Allerdings besteht hinsichtlich der konkreten Umsetzung und sinnvoller Einsatzrandbedingungen einer solchen Inspektionsstrategie noch erheblicher Klärungsbedarf.

Diese derzeit noch bestehenden Unklarheiten hinsichtlich der Umsetzung und des Nutzens verschiedener Inspektionsstrategien und des mit solchen Strategien jeweils verbundenen Aufwandes waren Anlass, in dieser Arbeit zunächst eine Klärung solcher Detailfragen herbeizuführen und eine eingehende Analyse und Bewertung verschiedener Inspektionsstrategien vorzunehmen.

Diese Arbeit enthält zunächst einen Überblick über den aktuellen Stand der optischen Kanalinspektionstechnik. Verschiedene technische Systeme zur optischen Zustandserfassung werden auf Basis einer Literaturrecherche hinsichtlich Nutzen und Kosten gegenübergestellt. Hieraus werden mögliche Einsatzrandbedingungen bzw. -empfehlungen abgeleitet.

Neben der Auswahl geeigneter technischer Verfahren ist im Rahmen einer Inspektionsstrategie auch festzulegen, wann eine Kanalhaltung im Laufe ihrer Nutzungsdauer zu inspizieren ist. Diese Inspektionen können entweder in festen Intervallen mittels konventioneller flächendeckender Strategien, oder aber mittels prognosegestützter Strategien erfolgen. Letztere zeichnen sich dadurch aus, dass die Inspektion einer Kanalhaltung abhängig von einem erwarteten Zustand, der mit statistischen Methoden abgeschätzt wird, eingeleitet wird. In der vorliegenden Arbeit werden zunächst die mathematischen Grundlagen für die konkrete Anwendung solcher angepasster Strategien erarbeitet.

Anschließend erfolgt die Bewertung dieser Strategien anhand der zeitlichen Entwicklung des baulichen Zustandes des Kanalnetzes, des strategieabhängigen Fehlers bei der Abschätzung des Kanalnetzzustandes, der Verweilzeiten der einzelnen Haltungen insbesondere in kritischen baulichen Zuständen sowie der jährlichen Inspektionsrate mit. Hierfür wurde ein numerisches Modell entwickelt und angewandt, mit dem sich die Haltungszustandsentwicklung unter Einfluss der jeweiligen Inspektionsstrategie realitätsnah simulieren lässt.

Die verschiedenen Inspektionsstrategien werden dazu zunächst einzeln analysiert, um den Effekt verschiedener Gestaltungsspielräume bei deren Anwendung auf die Zielerreichungspotentiale der Strategien beurteilen zu können. Anschließend erfolgt die Gegenüberstellung der Strategien unter zusätzlicher Berücksichtigung logistischer und wirtschaftlicher Aspekte.

Eine Kalibrierung des verwendeten numerischen Modells ist aufgrund der langen Betrachtungszeiträume von mehreren Jahrzehnten naturgemäß nicht möglich. Da aber die sich einstellenden Effekte der unterschiedlichen Strategien auf die formulierten Ziele erheblich sind und das Modell durch seine Struktur das Zielerreichungspotential konventioneller flächendeckender Inspektionsstrategien tendenziell überbewertet, können für angepasste Strategien Empfehlungen bezüglich eines sinnvollen Einsatzes mit hinreichender Genauigkeit gegeben werden.

Zusammenfassend wird mit dieser Arbeit nachgewiesen, dass auch für ggf. bereits flächendeckend oder teilweise erstinspizierte Kanalnetze effiziente Alternativen zur bislang in aller Regel vorgesehenen flächendeckenden Wiederholungsinspektion in festen Intervallen bestehen. Mit solch angepassten Strategien kann der Zustand der Kanalisationen oft genauer und kostengünstiger erfasst werden. Hinzu kommt, dass angepasste Inspektionsstrategien oft sehr viel besser zu einer positiven Kanalnetzzustandsentwicklung beitragen können, als konventionelle Inspektionsstrategien.

Vorteile bieten solche Strategien bereits für kleine Kanalisationen von Kommunen ab etwa 10.000 bis 20.000 Einwohnern. Mit zunehmender Netzgröße nehmen die Vorteile angepasster Strategien tendenziell zu. Ferner kann auf Basis dieser Arbeit unter Berücksichtigung örtlicher Gegebenheiten und abhängig von der jeweiligen Zielsetzung eine Empfehlung für eine bestimmte Inspektionsstrategie abgeleitet und das Kosteneinsparpotential gegenüber der jeweils derzeit vorgesehenen Strategie abgeschätzt werden.

### **Strategies to the condition recording of sewage systems**

Regarding a future expected inspection in the whole country in a range of about 30,000 km/a, it is required a suitable strategy which ensures the economic feasibility of such a commitment. Due to this municipality providers should generate solutions, bearing in mind if and under which conditions, single sewers should be investigated through predictive procedures, which nowadays are well-defined with constant fixed intervals. Nevertheless, it's important as well to take into account a substantial improvement to sanitation needs, concerning a concrete implementation and the assigned boundary conditions from such strategy.

This uncertain situation with respect to the implementation and use of different inspection strategies and its associated repercussions are the reason why this should be investigated, by clearing very punctual questions through a deep analysis and evaluation of such different strategies.

This work includes an overview to the state of the art concerning optical sewer inspections. Several technical systems for optical condition gathering were analyzed from the literature regarding benefit-cost relationships. From there it is now possible to establish possible boundary conditions and their best operation scenarios.

Together with the choice of suitable technical procedures as regards to inspection strategies, is to be clarified as well, when a sewer should be inspected within its normal life cycle. Such inspections can be developed through fixed intervals by means of conventional area-covering strategies, or by means of forecasting strategies. Last ones stand out, since the inspection of a sewer will depend on expected conditions, which could be estimated with statistical methods. Hereby, a mathematical foundation towards the concrete implementation of such personalized strategies will be attained.

Afterwards, an evaluation is to be performed, taking into account the structural conditions from sewers, the associated error by the estimation from such conditions, the hold-up time from single sewers particularly during critical conditions and the yearly-based inspection rate. For this particular purpose a numerical method was developed and applied, which allows to simulate the development of sewer conditions under the influence of inspection strategies very close to reality.

Every single strategy will be analyzed separately, in order to be able to judge the effects from several case scenarios and their implementations with respect to success potentials. Furthermore, a comparison of such strategies under the logistic and economical aspects is as well to be considered.

Due to the huge observation periods in decades, a calibration between the real model and the applied numerical method is not possible. But from the significant effects of the different strategies concerning the formulated target, and since such a model tends to overvalue the potentials of success within conventional area-covering inspection strategies, it is possible for personalized strategies, to state recommendations regarding reasonable implementations with an adequate accuracy.

# Sachverständigenbüro für Kanalsanierung

Auf der Leh 17  
D-66271 Kleinblittersdorf  
Fon/Fax: +49-700-8799 2290  
Mobil: +49-170-188 40 74

**Dipl.-Ing. Karl Jansen**

E-Mail: [kj@kanal-gutachter.de](mailto:kj@kanal-gutachter.de)  
Web: [www.kanal-gutachter.de](http://www.kanal-gutachter.de)

Zweigstelle:  
Cäcilienstraße 58  
D-47839 Krefeld  
+49-700-8799 2290  
+49-170-188 40 74  
[kj@kanal-gutachter.de](mailto:kj@kanal-gutachter.de)  
[www.kanal-software.de](http://www.kanal-software.de)

Dipl.-Ing. Karl Jansen • Auf der Leh 17 • D-66271 Kleinblittersdorf • (Stadtverband Saarbrücken)

Recapitulating, it will be proved with this work, that there are efficient alternatives from area-covered or partially first inspected sewers if applicable, as far as the expected reiterative area-covering inspections are based on fixed intervals. With such personalized strategies conditions from sewers can be gathered at an inexpensive and quite accurate way. Moreover, such personalized strategies contribute in a better way to the positive development of sewer conditions than conventional inspection strategies.

There are many advantages from such strategies even for small sewage systems in municipalities with 10,000 up to 20,000 inhabitants. Such advantages tend to increase with bigger sewages. Additionally, it is also possible based on the conclusions of this paper and under the considerations of local conditions, depending on the committed target, to state recommendations for a particular inspection strategy and to estimate the potential savings compared to the contemplated strategy costs.

Freie Schlagwörter (deutsch): Inspektion , Strategie , Eigenkontrollverordnung , Selbstüberwachungsvorordnung , Entwässerungssystem , Instandhaltung , Kanalisation

Institut: Fakultät für Bauingenieurwesen  
Fakultät: 03 Fakultät für Bauingenieurwesen  
DDC-Sachgruppe: Ingenieurwissenschaften  
Dokumentart: Dissertation  
Hauptberichter: Dohmann, Max (Prof. Dr.)  
Sprache: Deutsch  
Tag der mündlichen Prüfung: 01.07.2005  
Erstellungsjahr: 2005  
Ablieferungsjahr: 2005