

## **Neue Anforderungen an die Kanalsanierung**

**Zusammenfassung des Vortrages vom 23. Februar 2010  
von**

**Dr.-Ing. Bert Bosseler  
Wissenschaftlicher Leiter des  
IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur  
Gelsenkirchen**

Das IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur verfolgt gemeinsam mit seinen über hundert Mitgliedern der beiden Trägervereine, dem Förderverein der Netzbetreiber e.V. und dem Förderverein der Wirtschaft e.V., die Trends im Bereich des unterirdischen Kanal- und Leitungsbaus: Welche Herausforderungen stellen sich im Untergrund? Welche ökologischen, ökonomischen und sozialen Entwicklungen sind zu beachten? Was kommt auf die Akteure zu? Welche Innovationspotenziale bestehen? Und wie werden diese Potenziale genutzt? Dies betrifft auch die Kanalsanierung und die hieran zu stellenden Anforderungen. Welche Veränderungen zeichnen sich hier ab? Der Vortrag fasst typische Beispiele zusammen.

### **Vermögenswert Kanalisation**

Der Wiederbeschaffungswert der gesamten unterirdischen Infrastruktur, von der kleinen Versorgungsleitung über die Kanäle bis hin zu den Verkehrstunneln, beläuft sich auf über 600 Mrd. €, das sind ein Viertel des Bruttoinlandsproduktes oder das Doppelte des deutschen Bundeshaushalts.

Das Überraschende dabei ist: Unterirdische Verkehrswege machen lediglich 10% dieses Vermögens aus. Die Kosten liegen dort je gebauten Trassenmeter zwar leicht in Millionen-Höhe, aber die Bausumme ist aufgrund der geringen Kilometerzahl niedrig. Demgegenüber besitzen die Versorgungsnetze, Gas und Wasser, gewaltige Netzlängen von weit über 1 Mio. Kilometer, jedoch sind hier wiederum die spezifischen Baukosten aufgrund der häufig geringen Verlegetiefen gering, so dass diese Netze weit weniger als die Hälfte der Vermögenswerte ausmachen.

Der wahre Vermögensgigant unter der Erde sind die Abwasserkanäle. Ca. 330 Mrd. € Wiederbeschaffungswert entfällt auf die Kanalisation, d.h. mehr als die Hälfte des unterirdischen Netzvermögens besteht aus Abwasserkanälen. Und die privaten Anschlusskanäle und die Grundleitungen sind darin noch gar nicht enthalten. Offensichtlich ist es außerordentlich aufwändig, viele Kilometer großer Rohre, meist mitten in der Straße, in beträchtlichen Tiefen zu verlegen. Jährlich werden ca. 4 Mrd. € für Kanalinvestitionen verplant – anscheinend sind angestrebte Nutzungsdauern von bis zu 100 Jahre nicht selten. Die Netzbetreiber stehen vor diesem Hintergrund in der besonderen Verantwortung auch neue Anforderungen, Entwicklungen und Trends in der Kanalsanierung angemessen zu berücksichtigen.

## Anforderungen im Wandel

**Klimawandel und demografische Entwicklungen**, aber auch Globalisierung, steigender Energieverbrauch und politische Veränderungen zeigen: Die Welt wandelt sich mit wachsender Geschwindigkeit und die Auswirkungen dieser Veränderungen können sich mit Blick auf unsere Kanalnetze dramatisch überlagern. Die Folgen können regional oder sogar lokal äußerst unterschiedlich sein. Wie können wir uns auf diesen Wandel einstellen?

Die Anpassungsfähigkeit der technischen Infrastruktur an Systemveränderungen und –risiken wird zur Herausforderung. Modulare Konzepte, definierte Schnittstellen für System- und Werkstoffwechsel sowie die vorausschauende Betrachtung von Erweiterungs- und Ausstiegsszenarien gewinnen an Bedeutung. Verantwortlichkeiten sind zu hinterfragen und sowohl öffentliche als auch private Netzbereiche in die Betrachtung einzubeziehen. Normen und Regelwerke stehen verstärkt im Spannungsfeld zwischen notwendiger Vereinheitlichung und der Wahrung von Innovationsspielräumen.

Die Entwicklung geeigneter Investitions- und Sanierungsstrategien fordert die Balance zwischen unterschiedlichen gesellschaftlichen Anforderungen und Werten. Dabei stellen sich stets neue Herausforderungen im Umgang mit Umwelteinflüssen, sozialen Fragen und dem Wunsch nach individueller Entwicklungsfreiheit für Bürger und Unternehmen. Die Frage nach Nachhaltigkeit führt hier auch verstärkt zur Frage nach Generationengerechtigkeit.

Die Bundesregierung definierte bereits 2002 in ihrer Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland den Begriff „Nachhaltigkeit“ wie folgt: „Jede Generation muss ihre Aufgaben lösen und darf sie nicht den nachkommenden Generationen aufbürden.“ Bezogen auf die Kanalisationstechnik ließe sich interpretieren: Wir müssen unsere Anlagen und Netze so bauen, betreiben und instand halten, dass die nächste Generation mit den Folgen gut leben kann, d.h. diese Folgen nicht als Bürde empfindet, weder technisch noch finanziell. Im Kern stellt sich dann die Frage: Wer macht was, zu welchem Zeitpunkt und mit wessen Geld? Welches sind tatsächlich unsere Aufgaben, welche können wir heute - im Sinne der Vorsorge - am besten lösen? Entsprechend ist bereits vor unseren Investitionsmaßnahmen zu hinterfragen, welche Haltbarkeit wir von Kanalbauteilen erwarten können, welche Nutzungsdauern der Netze wahrscheinlich sind, und welche Finanzierungsdauern wir den zukünftigen Generationen für unsere heutigen Investitionen überhaupt zumuten dürfen. Lasten und Nutzen sollten generationenübergreifend in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen und unsere Investitionsstrategien auch Innovationsspielräume für die Zukunft vorsehen.

## Der IKT-Warentest

Wandeln sich grundsätzliche Anforderungen an die Kanalsanierung oder kommen neue Anforderungen hinzu, hat dies vor allem dann Einfluss auf die angebotenen technischen Produkte und Verfahren, wenn diese neuen Anforderungen auch in die marktrelevante Bewertung der Produkte durch die Netzbetreiber einfließen. Die IKT-Warentests bieten hier die Möglichkeit, neue Anforderungen unmittelbar in Prüfungs- und Bewertungsprozessen abzubilden. Seit dem Jahr 2001 werden durch das IKT vergleichende Produkt-/Verfahrensprüfungen durchgeführt. Damit wird die aus dem Konsumgüterbereich bekannte vergleichende Darstellung von Prüfergebnissen [SWT09] auf den besonderen Anwendungsfall einer Prüfung und Bewertung von Produkten und Verfahren zum Bau und zur Instandhaltung unterirdischer Kanäle und Leitungen übertragen. Ziel ist es, den am Test beteiligten Netzbetreibern zuverlässige und unabhängige Informationen über Eigenschaften marktgängiger Produkte und Verfahren zu liefern. Ein zentraler Aspekt ist dabei die Qualität der Produkte und Verfahren beim Einsatz unter realitätsnahen Einbau- und Betriebsbedingungen. Im Ergebnis sollen die Entscheidungsträger die notwendigen Investitionsentscheidungen auch unter Berücksichtigung qualitativer Kriterien und neuester Anforderungen treffen können (vgl. [IKT05a], [IKT05b], [IKT06]).

Die eigentliche Prüfung sowie die Dokumentation der Ergebnisse erfolgen durch das IKT als unabhängiges Institut bzw. sein entsprechend qualifiziertes Personal. Das Prüfpersonal ist im Rahmen der Prüfung insbesondere verantwortlich für die ingenieurtechnische Entwicklung der Prüfaufbauten und des Prüfprogramms und greift dabei auch auf die wissenschaftlichen Kompetenzen des Instituts zurück. Diesbezügliche Entscheidungen werden in unmittelbarer Abstimmung mit einem *Lenkungskreis* der beteiligten Kanalnetzbetreiber getroffen.

### **Prüfprogramm**

Die ausgewählten Produkte und Verfahren werden mit Blick auf drei Schwerpunkte untersucht: Qualitätssicherung, Systemprüfung und In-situ-Einsatz.

Der Schwerpunkt **Qualitätssicherung** betrifft die durch den Produkt- bzw. Verfahrensanbieter getroffenen Maßnahmen zur Qualitätssicherung, wie z.B. den Umfang und die Inhalte einer Verfahrensbeschreibung bzw. eines Verfahrenshandbuches, die Schulungsangebote für ausführende Firmen sowie die bereits vorliegenden Prüfzeugnisse und Zulassungen als Nachweis erfüllter Mindestanforderungen.

Im Rahmen der **Systemprüfung** werden die Produkte bzw. Verfahren im Prüfinstitut unter realitätsnahen Bedingungen eingebaut, typischen Betriebsbelastungen ausgesetzt und hinsichtlich der geforderten Leistungsziele und Prüfkriterien getestet. I.d.R. sind dies Versuche im Maßstab 1:1 in bau- und betriebsähnlichen Belastungssituationen. Abbildung 1 veranschaulicht diesen Ansatz grafisch. Maßgeblicher Ausgangszustand ist die Einbauqualität; die weitere Qualitätsentwicklung wird in Abhängigkeit der aufgetragenen Betriebsbelastungen im Sinne einer Trendabschätzung des Systemverhaltens über die angestrebte Nutzungsdauer interpretiert.

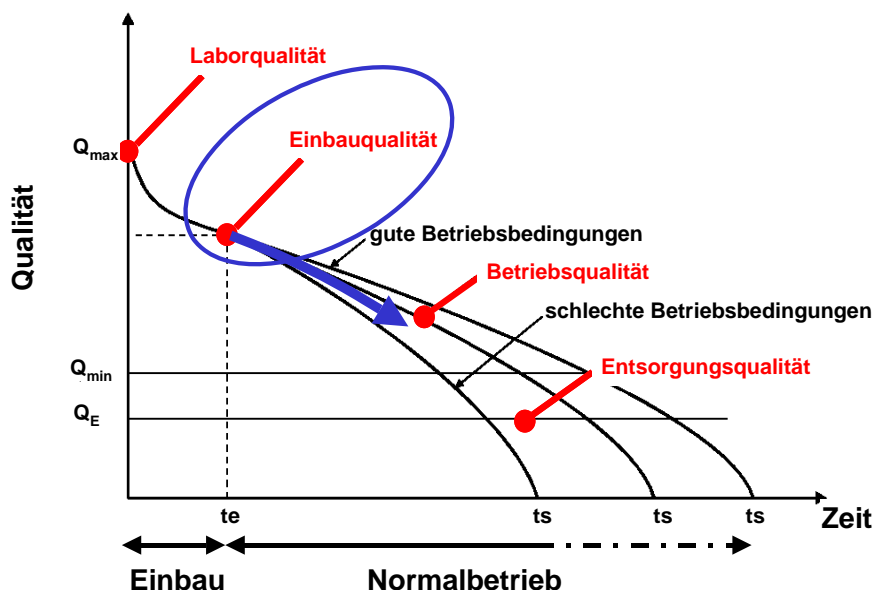


Abbildung 1: Konzept vergleichender Produkt-/Verfahrenstests; Prüfung der Einbauqualität (Ellipse) und Simulation typischer Betriebsbelastungen (Pfeil als Tendenz)

Die Prüfurteile für die getesteten Produkte und Verfahren basieren allein auf den Ergebnissen der Prüfung der Qualitätssicherung und der Systemprüfung, da nur diese Ergebnisse für alle Produkte bzw. Verfahren unter gleichen Randbedingungen erzielt werden und damit vergleichbar sind.

Zur Plausibilitätsprüfung werden die Produkte bzw. Verfahren darüber hinaus auch unter **In-situ-Bedingungen** eingesetzt. Hier wird insbesondere überprüft, inwieweit das während der Systemprüfung beobachtete Vorgehen der Anbieter tatsächlich auch in situ, d.h. unter Einflüssen aus z.B. Verkehr, Wetter und Zeitdruck, realisiert werden kann.

Die einzelnen Leistungsziele und Prüfkriterien sowie deren Bedeutung werden durch die Netzbetreiber festgelegt und gewichtet. Auf Grundlage der Gewichtung werden die abschließenden Testurteile berechnet und die Testergebnisse auf Wunsch der beteiligten Netzbetreiber veröffentlicht. Die Testergebnisse erhalten insbesondere auch Hinweise zu den durch das Prüfinstitut und den Lenkungsreis erkannten Verbesserungspotenzialen der einzelnen Produkte und Verfahren als Element eines angestrebten „Kreislaufs der Produktverbesserung“ (vgl. [DIN9001]).

### Umsetzungserfahrungen

Seit dem Jahr 2001 wurden die Ergebnisse von insgesamt fünf *IKT-Warentests* veröffentlicht (vgl. [IKT02], [IKT04], [IKT05a], [IKT05b], [IKT09]) und zwei weitere *IKT-Warentests* begonnen (vgl. [IKT08a], [IKT08b]). Es werden insbesondere Produkte und Verfahren untersucht, bei denen die Qualitätserwartungen der Netzbetreiber durch große Unsicherheiten und neue Anforderungen geprägt sind. In diesen Fällen kann vermutet werden, dass die bis zu diesem Zeitpunkt verfügbaren Qualitätsnachweise die für die Netzbetreiber relevanten Leistungsziele nicht ausreichend abbilden, z.B. weil die bisher verfügbare Versuchstechnik eine Überprüfung kaum oder gar nicht gestattet. Der Weiterentwicklung der Versuchstechnik zur Umsetzung der Leistungsziele in geeignete Prüfkriterien kommt damit als Forschungs- und Entwicklungsaufgabe im Rahmen der *IKT-Warentests* eine besondere Bedeutung zu. Dies

setzt ein besonderes Verständnis für die Erfassung von Leistungszielen und deren Umsetzung in Prüfkriterien sowie die einsetzbaren mathematisch-physikalischen und versuchstechnischen Modelle voraus.

### **Ergebnisvermittlung und Verbesserungsprozesse**

Die besondere Akzeptanz der *IKT-Warentest*-Ergebnisse rührt aus der engen Einbeziehung der Netzbetreiber in die Bewertung der Produkte bzw. Verfahren. Neben der Definition von Qualitätsanforderungen und der Freigabe der Prüfkriterien legen die Vertreter der beteiligten Netzbetreiber im *Lenkungskreis* fest, wie die Prüfergebnisse im Einzelnen zu bewerten, zu gewichten und zu einem Prüfurteil zusammenzufassen sind. In diesem Zusammenhang werden bewusst kollektive Bewertungs- und Entscheidungsprozesse genutzt. Insbesondere werden in den Lenkungkreissitzungen die zu untersuchenden Leistungsziele und die Bewertungsmatrix festgelegt.

Ein Kreislauf aus Innovation, Veränderung, Erfahrung, Forschung und Entwicklung wird dann im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses unmittelbar durch die gutachtliche Form der Veröffentlichung von Testergebnissen in Fachzeitschriften und im Internet angestoßen. Es entsteht ein Marktdruck, dem die Firmen dauerhaft nur durch kontinuierliche Weiterentwicklung ihrer Produkte stand halten können. Zahlreiche Nachtests neuer Produktvarianten belegen diese Wirkung<sup>1</sup>.

Darüber hinaus wirken sich die aktuellen gesellschaftlichen Wertvorstellungen und Nachhaltigkeitsforderungen stets auf die Rahmenbedingungen von *IKT-Warentests* aus, da gerade die Betreiber öffentlicher Ver- und Entsorgungsnetze unmittelbar durch die Öffentlichkeit und gesellschaftliche bzw. politische Gremien kontrolliert werden. Veränderte Anforderungen an Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Arbeitssicherheit der eingesetzten Produkte und Verfahren leiten sich auch aus gesetzlichen bzw. vertraglichen Aufträgen und Vorgaben ab.

### **Beispiel IKT-Warentest „Reparaturverfahren für Hauptkanäle“**

Im Sommer 2009 wurde der *IKT-Warentest* „Reparaturverfahren für Hauptkanäle“ [IKT09] abgeschlossen. Untersucht wurden Kurzliner, Innenmanschetten und Injektions-/Spachtelverfahren für den Einsatz in nichtbegehbaren Hauptkanälen.

Dieser Verfahrensgruppe kommt eine besondere Bedeutung zu. Laut DWA-Umfrage des Jahres 2004 [Ber04] sind ca. 20% des deutschen Kanalisationsnetzes kurz- bis mittelfristig zu sanieren und für die Sanierung dieser Schäden werden Reparaturverfahren mit einem Anteil von 25% eingesetzt. Die eingesetzten Techniken wurden zwar in zahlreichen Publikationen behandelt (vgl. [Ste99], [BBR01], [MUN02], [BUN04]), allerdings bisher keiner vergleichenden Prüfung unterzogen. Im Rahmen des Fachvortrags wird auf die aktuellen Test-Ergebnisse detailliert eingegangen. Die Ergebnisse stehen darüber hinaus auch unter [www.ikt.de](http://www.ikt.de) zum Download zur Verfügung.

---

<sup>1</sup> vgl. hierzu die Veröffentlichung aktueller Nachtest-Ergebnisse unter [www.ikt.de](http://www.ikt.de) => IKT-Warentest

## Technische Entwicklungen und Perspektiven

Veränderte Anforderungen drücken sich aber nicht nur in Produkt- und Verfahrensentwicklungen, wie sie in IKT-Warentests geprüft und bewertet werden, aus. Sie fokussieren sich auch in übergeordneten Trends und Entwicklungen. Neue Anforderungen und Perspektiven zeichnen sich für die verantwortlichen Netzbetreiber z.B. in folgenden Themenbereichen ab:

### **Grundstücksentwässerung**

Private Entwässerungsnetze rücken auch vor dem Hintergrund der neuen Regelwerke DIN EN 752 [EN752] und DWA-A 100 [DWAA100] verstärkt in den Fokus, denn integrale Wasserwirtschaft fängt auf dem Grundstück an. Sowohl Schmutzwasser von Industrie, Gewerbe und Haushalten als auch abfließendes Regenwasser von versiegelten Flächen oder Verkehrsflächen entsteht stets auf Grundstücken. Darüber hinaus wird auch Dränagewasser planmäßig oder durch Fehlan schlüsse und Rohrleckagen von den Grundstücksflächen eingeleitet. Auf dem Grundstück entscheidet sich, welche Wassermengen in welcher Qualität in die Entwässerungssysteme gelangen. Werden Grundstückseigentümer nun für Entwässerungsfragen sensibilisiert, z.B. im Zuge der Veranlagung zur Niederschlagswassergebühr oder der Forderung nach Nachweis von Dichtheitsprüfungen an privaten Leitungen, denken diese meist auch über die Umgestaltung ihrer grundstücksbezogenen Entwässerungslösungen nach. Dies ist in der Generalentwässerungs- und Sanierungsplanung zu berücksichtigen. Ggf. können die Entscheidungen über gezielte Informationen der Kommunen und das bewusste Setzen von Verboten und Anreizen, z.B. durch Satzungsrecht, beeinflusst werden. Hohe Innovationspotenziale zeichnen sich in diesem Zusammenhang mit Blick auf die bautechnischen Besonderheiten im privaten Bereich ab. Hier stellen sich neue technische Anforderungen an die zu entwickelnden Produkte und Verfahren. Selbst auf kleinen Grundstücken finden sich weitverzweigte Netze mit zahlreichen Entwässerungsgegenständen. Die fehlende Zugänglichkeit, zahlreichen Abzweige und geringe Nennweite fordern neue Lösungen für die Dichtheitsprüfung, Inspektion und Sanierung. In den verzweigten Netzen ist bei der Sanierung mit zahlreichen Schnittstellen und Werkstoffwechseln zu rechnen. Darüber hinaus bietet sich die Abstimmung von Maßnahmen auf privaten Grundstücken mit anderen Maßnahmen im öffentlichen und privaten Bereich an.

### **Boden-Bauwerk-Systeme**

Auch die Bautechnik muss sich der Forderung nach systematischer Betrachtung verstärkt stellen. Bisher wird meist nur über das Kanalrohr, dessen Werkstoffe, Beanspruchungen und Schäden gesprochen, so dass z.B. Nutzungs- und technische Lebensdauern vereinzelt allein von dieser Systemkomponente abhängig gemacht werden. Kanalisationsnetze sind aber mehr als die Aneinanderreihung von Rohren und Schächten. Das Ingenieurbauwerk Leitungsraben bzw. Schacht besteht - ähnlich wie im Hochbau - aus Fundamenten, Traggerüst und Decke und wirkt als Boden-Bauwerk-System. Vielfältige Lasten sind aufzunehmen, aus Verkehr, Erdruck und Grundwasser. Gefragt ist auch hier Systemdenken - im Grabenquerschnitt, im Leitungsnetz, über Bau- und Betriebszeiten hinweg. Entwicklungspotenziale bietet insbesondere der Einsatz innovativer Verfüllstoffe, auch im Zuge der Kanalsanierung in offener Bauweise. Neben baubetrieblichen und bodenmechanischen Vorteilen lassen

sich wasserwirtschaftliche und vegetationstechnische Verbesserungspotenziale erschließen, so z.B. hinsichtlich einer Regenwasserspeicherung und Wurzellenkung.

### **Qualitätssicherung**

Der Einsatz von Produkten und Verfahren zum Bau und zur Instandhaltung unterirdischer Kanäle und Leitungen kann mit hohen Investitionsrisiken verbunden sein, da bei den Netzbetreibern erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlichen Qualität der angebotenen Lösungen bestehen. Neue Entwicklungen zeigen sich insbesondere in der Prüftechnik, die z.B. auf den Einsatz baustellenbegleitender Messtechnik sowie zerstörungsfreier Prüfverfahren zur Abnahme von Sanierungsleistungen abzielt (vgl. [Dib09]).

### **Qualifizierung und Weiterbildung**

Wettbewerbsfähigkeit wird heute wieder verstärkt mit Innovationskraft und Innovationskraft mit Ingenieurkompetenz in Verbindung gebracht. Aus- und Weiterbildung heißt dann die Herausforderung. Dies gilt für Universitäten und Fachhochschulen, ebenso wie für außeruniversitäre Einrichtungen. Neue Anforderungen an die Personalzertifizierung (vgl. DIN EN ISO 17024 [ISO17024]) und das Verständnis für die damit verbundenen Abläufe gewinnen an Bedeutung, insbesondere wenn das Personal nicht nur hinsichtlich seiner Kenntnisse, sondern hinsichtlich seiner Kompetenzen qualifiziert und dies auch überprüft werden soll. Ein aktuelles Beispiel für den wachsenden Bedarf nach diesen Qualifikationen im Abwasserfach ist der „Zertifizierte Berater Grundstücksentwässerung“ des IKT (vgl. [IKT09a]).

## Literatur

- [BBR01] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Grabenlose Sanierung von Hausanschluss- und Grundleitungen; Teil 2 Basisdaten, Recht und Technik, 2001.
- [Ber04] Berger, C.; Lohaus, J.: Zustand der Kanalisation in Deutschland, Ergebnisse der DWA-Umfrage, Hennef, 2004.
- [Bos09] Bosseler, B.; Bennerscheidt, C.; Liebscher, M.: Funktionen von Bet- tungs- und Verfüllmaterialien - Perspektiven im Kanal- und Leitungs- bau. gwa gas-wasser-abwasser, 08/2009.
- [BUN04] Arbeitshilfen Abwasser: Planung, Bau und Betrieb von abwassertechni- schen Anlagen in Liegenschaften des Bundes; Mai 2004; download un- ter <http://www.arbeitshilfen-abwasser.de>.
- [Dib09] Diburg, B.; Kuchenbecker, R.; Weber, M.: Praxiseinsatz innovativer In- spektionstechniken und Prüfverfahren in einer linersanierten, begehbaren Prüfstrecke. 3R International 07/2009.
- [DIN9001] DIN EN ISO 9001: Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen. Beuth Verlag, Berlin, 12/2008.
- [DWA08] DWA: Bäume, unterirdische Leitungen und Kanäle, Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe ES 3.6 „Baumstandorte, Kanäle und Leitungen“. KA Korrespondenz Abwasser 56, S. 240-243, 03/2009.
- [DWAA100] DWA-A 100: Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE), Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 12/2006.
- [Emb08] Embrén, B.; Bennerscheidt, C.; Stål, Ö.; Schröder, K.: Optimierung von Baumstandorten. wwt wasserwirtschaft wassertechnik, 07-08/2008.
- [EN752] DIN EN 752: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden. Beuth Verlag, Berlin, 04/2008.
- [IKT02] IKT: IKT-Warentest „Hausanschluss-Stutzen“. Endbericht, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, 06/2002.
- [IKT04] IKT: IKT-Warentest „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“. Endbe- richt, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, 06/2004.
- [IKT05a] IKT: IKT-Warentest „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässe- rungsnetze“. Endbericht, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, 09/2005.
- [IKT05b] IKT: IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“. Endbericht, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, 11/2005.
- [IKT06] IKT: Startschuss zum neuen IKT-Warentest „Reparaturverfahren für Hauptkanäle“. IKT – eNewsletter März 2006, IKT - Institut für Unterirdi- sche Infrastruktur, Gelsenkirchen, [www.ikt.de/index.php?doc=562](http://www.ikt.de/index.php?doc=562).

- [IKT08a] IKT: Projektbeschreibung zum IKT-Warentest „Hausanschlussliner 2008“, laufendes Projekt, Abschluss vorauss. Mitte 2010, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen.
- [IKT08b] IKT: Neuer IKT-Warentest GeruchsfILTER/Geruchsmatten. Projektbeschreibung, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, 2008, [http://www.ikt.de/down/07\\_04\\_geruch.pdf](http://www.ikt.de/down/07_04_geruch.pdf), eingesehen am 14.01.2009.
- [IKT09] IKT-Warentest „Reparaturverfahren für Hauptkanäle (DN200 - DN600)“, Endbericht 07/2009, download [www.ikt.de](http://www.ikt.de).
- [IKT09a] IKT-Lehrgang "Zertifizierter Berater Grundstücksentwässerung"; <http://www.ikt.de/print.php?doc=1032>.
- [ISO17024] DIN EN ISO/IEC 17024: Konformitätsbewertung - Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Personen zertifizieren; Beuth Verlag Berlin, 10/2003.
- [MUN02] Planungshilfe Kanalsanierung – Sanierung von Kanalisationen innerhalb von Staats- und Landesliegenschaften; Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW); 2002.
- [NRW07] Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen - Landeswassergesetz - LWG vom 25. Juni 1995, , zuletzt geändert am 06.12.2007. GV. NRW. S.926 / SGV. NRW. 77. GV. NRW. S. 708, hier §61a Private Abwasseranlagen.
- [Ste99] Stein, D.: Instandhaltung von Kanalisationen; 3. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 1999.
- [SWT09] [www.test.de](http://www.test.de), Internet-Seite der Stiftung Warentest, eingesehen am 01.07.2009.

## Kontakt

Dr.-Ing. Bert Bosseler  
IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH  
Exterbruch 1, 45886 Gelsenkirchen  
Email: [bosseler@ikt.de](mailto:bosseler@ikt.de)  
Tel.: +49-209-17806-0