Geophysikalische Methoden zur Erkundung der Kanalbettung und -umgebung

Geophysikalische Messverfahren gewinnen im Bereich des unterirdischen Leitungsbaus zunehmend an Bedeutung. Sie können sinnvoll sowohl zur Trassenvorerkundung bei Neubaumaßnahmen als auch zur Untersuchung bestehender Kanäle und Leitungen im Vorfeld der Sanierungsplanung eingesetzt werden.

Dipl.-Ing. Wolfgang Gordziel, Stadtentwässerungsbetriebe Köln, Dipl.-Ing. Andreas Redmann, IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, Dipl.-Ing. Thomas Kabbe, Hochtief Construction AG, Dr. Bodo Lehmann, Deutsche Montan Technologie GmbH

Die Auswahl eines Sanierungsverfahrens, z. B. einer Linersanierung oder Erneuerungsmaßnahme, basiert bisher häufig allein auf den Ergebnissen der optischen Inspektion. Darüber hinaus liegen bei älteren Kanälen aus Ortbeton oder Stahlbeton in den Kanalkatastern nicht immer Aufzeichnungen über ausgeführte Wanddicken oder eingelegte Bewehrungslagen vor. Weitergehende Informationen über den Zustand des Kanalbauwerkes und des umgebenden Bodenkörpers werden zur Planung von Sanierungsmaßnahmen lediglich in Einzelfällen durch Kernbohrungen bzw. Sondierungen punktuell gewonnen. Zur wirklichkeitsnahen Einschätzung von Standsicherheit und Schadensbild des Bauwerks sind jedoch Anomalien, Lagerungsdefekte und Hohlräume in der Leitungszone oder Fehlstellen im Rohrkörper in die Beurteilung einzubeziehen, da sie die Funktionsfähigkeit und Dauerhaftigkeit des Rohr-Boden-Systems entscheidend beeinflussen. Nur so kann sich der Netzbetreiber vor kostspieligen Fehlentscheidungen, z. B. bei der Wahl der Sanierungspriorität (vgl. [1]) und des Sanierungsverfahrens, zuverlässig schützen.

Der Einsatz geophysikalischer Messverfahren bietet sich beispielsweise an für eine:

- Schadensanalyse (unsichtbares Schadensausmaß und Ursachen)
- Festlegung der Untersuchungspunkte für bodenmechanische Baugrunderkundungen und zerstörende Bauwerksprüfung (Lage von Inhomogenitäten)
- Überprüfung der Standsicherheit (Eingangsparameter für die Statik).

1 Versuchsstrecke auf dem Gelände des IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur in Gelsenkirchen; vor Bodeneinbau und Überschüttung

Die Geophysik kennt eine Vielzahl unterschiedlicher Messverfahren. Im Anwendungsbereich des unterirdischen Leitungsbaus ist das Georadarverfahren ein bereits bekanntes, erfolgreich erprobtes Messverfahren. Neben dem Georadar existiert eine Reihe weiterer Verfahren, die im Bereich des unterirdischen Leitungsbaus zweckmäßig angewendet werden können. Das Know-how von der Anwendung geophysikalischer Verfahren ist jedoch nicht weit verbreitet. Zur Festlegung einheitlicher Anforderungen an die Durchführung und Auswertung geophysikalischer Untersuchungen der Umgebung erdverlegter Leitungen wird aktuell durch die ATV-DVWK-Arbeitsgruppe ES-5.8 „Detektion von Lagerungsdefekten“ ein Merkblatt erarbeitet (vgl. [2]).

Die Möglichkeiten der Weiterentwicklung bzw. Adaption von geophysikalischen Messverfahren zur zerstörungsfreien Aufnahme von Schäden hinter der Kanalinnenwand bei der Inspektion von Abwasserkanälen und -leitungen wurde von der Hochtief Construction AG, GS CEW,

Köln, der Deutschen Montan Technologie GmbH, Mines & More Division, Essen, und dem IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, gemeinsam im Auftrag der Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR untersucht [3]. Gefördert wurde das Vorhaben durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

Es wurden sowohl Untersuchungen in einer Versuchsstrecke mit bekannten Anomalien zur Auswahl und Kalibrierung der am Markt verfügbaren Messverfahren als auch praktische Einsätze im Kanalnetz der Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR durchgeführt. Ziel war es, die heute verbreiteten Untersuchungsmethoden wie die optische Inspektion oder Sondierung des Baugrundes durch den Einsatz geophysikalischer Methoden in wirtschaftlich sinnvoller Weise zu ergänzen und damit die Aussagekraft der Zustandserfassung mit Blick auf die Sanierungsplanung zu erhöhen.

2 Einbau verschiedener Bodenarten und Anomalien in der Versuchshaltung

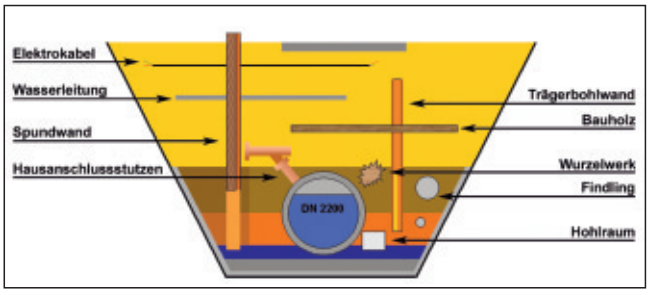
(1) Wechselnde Bodenarten
(2) Spundwand parallel zum Kanal (rechts)
(3) Einbau von bindigem Bodenmaterial in der Leitungszone
(4) Hohlraum (Polystyrol-Körper) unmittelbar an der Kanalaußenwand
(5) Einbau einer Trägerbohlwand in der Kanalumgebung
(6) Findling in der Kanalumgebung

IKT-Versuchsstrecke

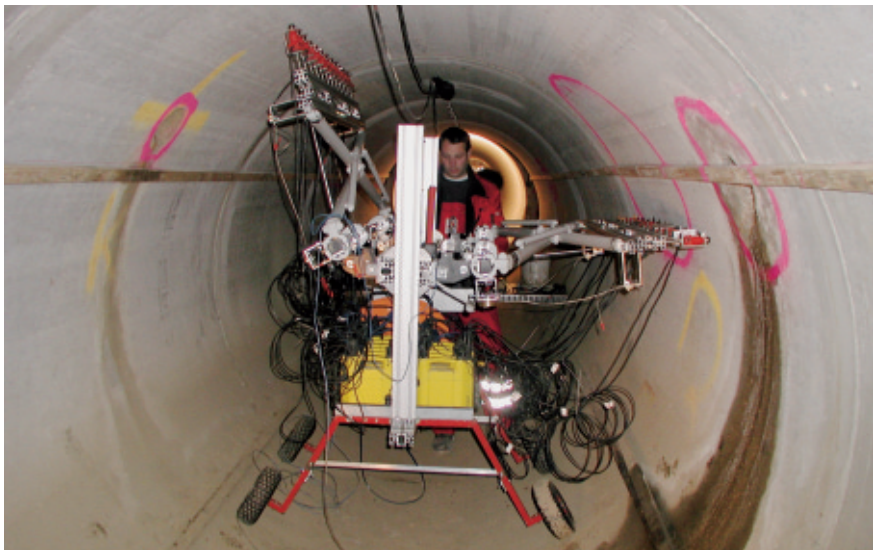
Im ersten Schritt wurde auf dem Gelände des IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur in Gelsenkirchen ein 40 m langer begehbarer unterirdischer Kanal erstellt. Diese Versuchsstrecke besteht aus Ortbeton- bzw. Mauerwerksabschnitten mit Eiprofil der Nennweite DN 2000/1800 sowie werksgefertigten Stahlbetonrohren der Nennweite DN 2200 für den Rohrvortrieb bzw. die offene Verlegung. Die Begehbarkeit der Versuchsstrecke ermöglichte die Erprobung der geophysikalischen Messtechniken, ohne zuvor eine aufwändige Miniaturisierung der Geräte vornehmen zu müssen.

Das Bauwerk wurde u. a. mit definierten Betonqualitäten und Wanddicken, verschiedenen Fugen- und Dichtungsbändern sowie simulierten Betonschäden wie z. B. Kiesnester oder Risse hergestellt. Die Bodenbereiche, die den Kanal umgeben, haben planmäßig Zonen unterschiedlicher Verdichtung und wechselnde Bodenarten. Darüber hinaus wurden Anomalien wie z. B. Findlinge, Hohlräume (Polystyrol-Körper) und Verbauelemente eingebaut, eingemessen und kartiert. So wurden in der Versuchsstrecke vielfältige Randbedingungen eines in offener Bauweise erstellten Kanals gezielt nachempfunden.

In der Versuchshaltung wurden im Inneren des Kanals Verfahrenskombinationen aus Seismik, Georadar, Bohrlochgeophysik und Impact-Echomessungen sowie die Verfahren Gravimetrie, Elektromagnetik und Thermographie eingesetzt. Darüber hinaus kamen von der Erdoberfläche die Verfahren Seismik, Geoelektrik und seismische Tomographie zur Anwendung. Anhand des bekannten Rohr-Boden-Systems einschließlich Anomalien konnten die Verfahren auf ihre Eignung zur Beschreibung der Kanalgeometrie, der Werkstoffeigenschaften und der Bettungssituation gezielt getestet werden.



3 Querschnitt der Versuchsstrecke, Skizze

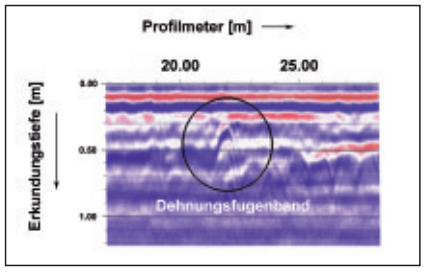


4 Mobiler Systemträger (DMT) mit Instrumentierung zur seismischen Messung in der Versuchsstrecke

Um Störzonen oder Anomalien zu erkennen, müssen deren physikalische Eigenschaften wie z. B. Leitfähigkeit oder Permeabilität von den Eigenschaften der unmittelbaren Umgebung abweichen. Die Auswertung der Messungen in der Versuchsstrecke zeigte, dass alternativ zu einer Untersuchung der Leitungszone von der Geländeoberfläche – abhängig von der Fragestellung – eine Erkundung aus dem Kanal heraus zweckmäßig ist, da die eingesetzten Messverfahren im Nahbereich die höchste Auflösung haben. Mögliche Störzonen und Anomalien in der Kanalumgebung oder das Kanalbauwerk selbst können so besser untersucht werden.

Die Messverfahren Georadar, Seismik, seismische Tomographie sowie Impact-Echo konnten in der Versuchsstrecke die vorgegebenen Untersuchungsziele am effektivsten erreichen und boten sich somit für einen In-situ-Einsatz an. Für eine Untersuchung des Kanalbauwerkes selbst eignete sich dabei besonders das Verfahren Georadar in Kombination mit Impact-Echo. So konnten die Wanddicke und der Wandaufbau sowie die einliegenden Bewehrungslagen, Fugen- und Dichtungsbänder sowie Fehlstellen im Beton erfolgreich lokalisiert werden. Bei der Erkundung der Kanalumgebung aus dem Kanal heraus und von der Geländeoberfläche aus konnten gute Ergebnisse insbesondere durch eine Kombination der Verfahren Georadar, Seismik und seismische Tomographie erzielt werden. Alle im Bereich des Leitungsgrabens eingebauten Anomalien wurden mit mindestens einem der eingesetzten Verfahren erkannt. Hohlräume hinter der Kanalwand konnten ebenso erkannt werden wie inhomogene Verfüllmaterialien. Grundsätzlich ist es möglich, Bereiche abzugrenzen, in denen sicher keine Anomalien zu erwarten sind und damit für den Auftraggeber einer Kanalbaumaßnahme nur ein geringes „Baugrundrisiko" besteht.

Sämtliche Erfahrungen wurden an dem relativ komplexen Untersuchungsgegenstand eines dickwandigen Kanals aus Mauerwerk, Beton und Stahlbeton gewonnen. Bei anderen Rohrwerkstoffen und geringeren Wandstärken ist davon auszugehen, dass auch weitere, andere Messverfahren aussagekräftige Ergebnisse liefern können.

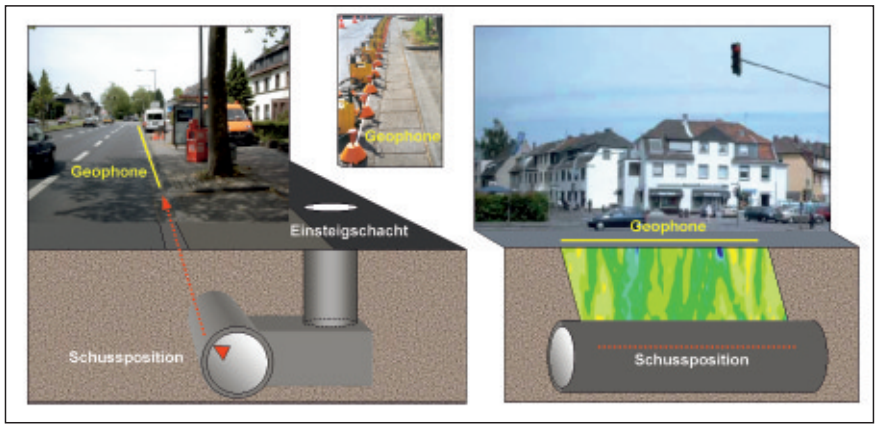


5 Radargramm (225 MHz) mit Reflexionshyperbel auf Grund eines Dehnungsfugenbandes

Der in der Versuchsstrecke eingesetzte Systemträger wurde fortlaufend so weiter entwickelt, dass er auch bei den anschließenden Messungen während des In-situ-Einsatzes verwendet werden konnte.

In-situ-Einsatz

Der neu entwickelte Systemträger wurde erstmals unter In-situ-Bedingungen im Kanalnetz der Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR in den Sammlern „Brück-Rath" bzw. „Ostmerheim" eingesetzt [4]. Bei beiden Sammlern handelt es sich um begehbare Ortbetonkanäle. Im Bereich des Sammlers„Brück-Rath" sollten zunächst Praktikabilität und Zuverlässigkeit der Verfahren grundsätzlich überprüft werden. Dazu wurden die Leitungszone und die Überschüttung eines vorhandenen Kanals erkundet und die Ergebnisse für die Bauplanung eines Regenüberlaufbauwerkes am selben Ort herangezogen. Während der anschließenden Aufgrabung konnten dann die Erkundungsergebnisse auch mit den tatsächlichen Baugrundverhältnissen verglichen werden. Der Sammler„Ostmerheim" sollte in geringem Abstand mittels Microtunneling unterfahren werden. In diesem Fall war festzustellen, ob in der Kanalumgebung und hier vor allem im Bereich eines Einsteigschachtes mit Vortriebshindernissen wie Verbau- und Schalungsresten zu rechnen ist. Die Untersuchungen wurden



6 Tomographische Messung im Abwassernetz der Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR

bei Trockenwetterabfluss durchgeführt und der Kanal wurde vorher gereinigt.

Untersuchung des Sammlers „Brück-Rath" [4]

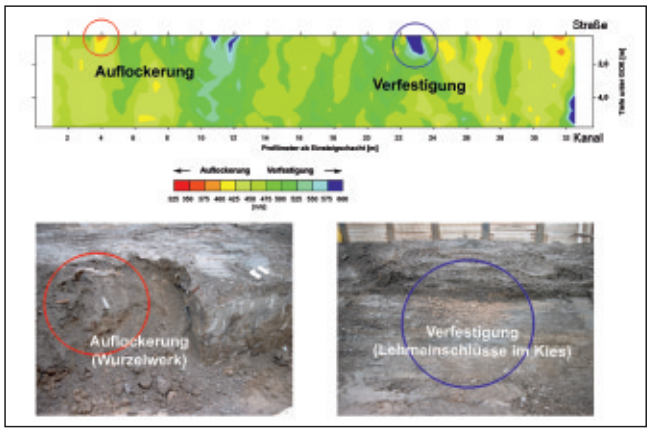
Für die Untersuchung des Kanalbauwerks und der Kanalumgebung des Sammlers„Brück-Rath" wurden die Verfahren Seismik, Georadar und seismische Tomographie ausgewählt. Bei den Messungen im Kanal kam der mobile Systemträger, der ein zügiges und zerstörungsfreies Abtasten der Kanalwand ermöglichte, zum Einsatz (Abb. 4).

Die seismischen Messungen wurden entlang von 2 Messlinien, jeweils 60 cm in linker und rechter Umfangsrichtung vom Rohrscheitel entfernt, durchgeführt. Dabei wurden 12 akkubetriebene, 2-kanalige „Summit-Boxen" und 24 Geophone mit einem Geophonabstand von 12 cm verwendet. Als Schlagquelle diente ein 4-kg-Hammer mit piezoelektrischer Keramik als Impulsgeber bei einem Schlagpunktabstand von 60 cm. Die Messdaten wurden von einem Mess-PC direkt am Systemträger aufgezeichnet.

Die Auswertung der seismischen Messungen zeigt Reflexionen, die möglichen Auflockerungszonen, verfestigten Bereichen, Hohlräumen oder Findlingen zuzuordnen sind. Aus der Reflexionslaufzeit und der Wellengeschwindigkeit können die Tiefenlage und qualitativ die Lagerungsdichte bestimmt werden. Eine weitere Charakterisierung der erkannten Ano-

malien ist anhand des Reflexionsbildes allein nicht möglich. Insgesamt wurden alle erkannten Anomalien als relativ schwach eingestuft.

Entlang einer 34 m langen Messlinie im Kanal oberhalb des Kämpfers wurden weiterhin Georadarmessungen mit Frequenzen zwischen 225 MHz und 450 MHz zur Erkundung des Kanalbauwerks durchgeführt. Neben den Längsprofilen (vgl. Abb. 5) wurden auch Umfangsprofile oberhalb des Trockenwetterabflusses vermessen.



7 Beispiel für die Geschwindigkeitsverteilung der seismischen P-Wellen mit erkannten und bestätigten Anomaliebereichen *Fotos und Abb.: IKT*

Der in Abb. 5 dargestellte Ausschnitt eines Radargramms zwischen den Profilmetern 20.00 und 25.00 zeigt deutlich die für ein Dehnungsfugenband typische Reflexionshyperbel. Die Georaduntersuchungen wurden im Frequenzbereich zwischen 225 MHz und 450 MHz durchgeführt, um eine ausreichende Auflösung sicherzustellen. Weitergehende Informationen über die Kanalumgebung sind bei der hier vorgefundenen Wanddicke von bis zu 0,7 m nur mit deutlich niedrigeren Frequenzen, allerdings dann mit schlechterer Auflösung, zu erzielen.

Bei Anwendung der seismischen Tomographie wurden 30 akkubetriebene, 2-kanalige „Summit-Boxen“ und 60 Geophone an der Geländeoberfläche mit einem Geophonabstand von 60 cm eingesetzt. Als Schlagquelle diente ein 4-kg-Hammer mit piezoelektrischer Keramik als Impulsgeber bei einem Schlagpunktabstand von 60 cm.

Die Abb. 7 zeigt beispielhaft die mit seismischer Tomographie erkundete Kanalumgebung des Sammlers„Brück-Rath“. Die mittlere Geschwindigkeit der dargestellten seismischen P-Wellen liegt bei ca. 500 m/s. Bereiche, an denen der lokale Geschwindigkeitswert um mehr als 10 bis 15 % von der mittleren Geschwindigkeit abweicht, sind farblich unterschieden. Die Bereiche mit relativ hoher seismischer Geschwindigkeit deuten auf eine Verfestigung des Untergrundes oder z. B. einen Findling hin. Die Bereiche mit relativ geringer seismischer Geschwindigkeit deuten auf eine Auflockerung oder einen Hohlraum hin.

Zur Auswertung der sich entlang der Oberfläche des Kanalbauwerks ausbreitenden Wellen (Oberflächenwellen), die nur eine geringe Eindringtiefe aufweisen, wurden die Messdaten einer weiteren seismischen Untersuchung gezielt gefiltert. Bei dieser Messung wurden die seismischen Wellen an der Erdoberfläche mit einem 4-kg-Hammer erzeugt und die gleichen Messapparaturen verwendet wie bei der Messung mittels seismischer Tomographie.

Mithilfe einer Geschwindigkeitsanalyse der Oberflächenwellen kann die Tiefenlage eines erkannten Verdachtsbereiches abgeschätzt werden. Die Bedeutung als Anomalie wird statistisch aus den Messergebnissen abgeleitet. Die Analyse der Oberflächenwellen bestätigte die Messergebnisse aus der seismischen Tomographie.

Aufbauend auf den Ergebnissen der geophysikalischen Erkundung wurden Sondierungen lediglich in Bereichen mit relativ großen erkennbaren Änderungen in den Messdaten durchgeführt. Auf einer Kanallänge von 32 m reichten 5 Rammsondierungen aus, um ein genaues Bild der Kanalumgebung zu erhalten. Die Ergebnisse der Rammsondierungen bestätigten ebenso wie die durchgeführten Aufgrabungen, dass es sich bei den durch geophysikalische Messungen identifizierten Verdachtsbereichen nur um schwache Anomalien wie z. B. Wurzelwerk und bindiges Bodenmaterial handelte. Bei der späteren Aufgrabung wurden in den Messquerschnitten nur Anomalien entdeckt, die bereits vorher mit den geophysikalischen Messungen erkannt worden waren.

Untersuchung des Sammlers „Ostmerheim“ [4]

Bei der Untersuchung des Sammlers Ostmerheim sollten insbesondere Informationen über den Wandaufbau und die Umgebung eines Einsteigschachtes gewonnen werden. Dazu wurde der Einsteigschacht mit Georadar in Frequenzen zwischen 225 MHz und 1200 MHz untersucht. Mit dem Impact-Echo-Verfahren wurden sowohl Messungen im Einsteigschacht als auch im Kanal durchgeführt.

Die Georadarmessungen lieferten zerstörungsfrei eine erste Aussage zur Wanddicke des Einsteigschachtes. Die für einen Bewehrungsstahl typischen Reflexionen traten nicht auf. Daraus wurde abgeleitet, dass es sich um ein unbewehrtes Ortbetonbauwerk handelt. Auch das Vorhandensein von Verbauresten im Boden konnte ausgeschlossen werden. Während die Wanddickenwerte aus dem Impact-Echo-Verfahren im Detail von den Radarergebnissen abwichen, bestätigte sich die Annahme einer Bauwerksumgebung ohne Verbaureste. Zwischenzeitlich konnte der auf dieser Basis freigegebene Rohrvortrieb erfolgreich abgeschlossen werden.

Fazit

Die Auswahl eines wirtschaftlichen Verfahrens zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen erfordert häufig weitgehende Informationen zum Zustand des Rohr-Boden-Systems, die allein eine optische Inspektion oder punktuelle Sondierungen nicht liefern können. Geophysikalische Messverfahren stellen hier eine sinnvolle Ergänzung dar. Aus den dargestellten Untersuchungen lässt sich das folgende Fazit ziehen:

- Von den in der IKT-Versuchsstrecke erprobten Messverfahren waren insbesondere die Verfahren Seismik, Georadar und Impact-Echo in Kombination für den Einsatz im Kanalbauwerk geeignet. Ergänzend erlaubt die seismische Tomographie weitergehende Aussagen über Messquerschnitte zwischen Erdoberfläche und Kanal. Grundsätzlich können somit hinter der Kanalwand liegende Hohlräume, inhomogene Bodenverhältnisse oder Verbaureste in der Kanalumgebung erkannt und lokalisiert werden. Ihre Anwendungsgrenzen finden die Messverfahren in der Regel dann, wenn der zu untersuchende Kanal im Grundwasser liegt.

- Abhängig von der jeweiligen Problemstellung reicht ggf. der Einsatz weniger Messverfahren aus, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. Ein Beispiel ist der dargestellte In-situ-Einsatz zur Erkennung von Verbauresten mithilfe des Georadar- und Impact-Echo-Verfahrens.
- Der Erfolg einer Messkampagne hängt grundsätzlich davon ab, ob ein messbarer Unterschied zwischen den physikalischen Eigenschaften einer Störzone oder Anomalie und vergleichsweise ungestörten Bereichen vorliegt. Bei einer Messung im Inneren eines Abwasserkanals kann das Messergebnis wesentlich durch den Rohrwerkstoff beeinflusst werden. Die in der Versuchsstrecke verbauten Materialien (Mauerwerk, Beton und Stahlbeton) erschweren insbesondere den Einsatz von Verfahren, die auf der Messung des elektrischen Widerstandes beruhen (z. B. Geoelektrik). Ein Einsatz bei anderen Rohrwerkstoffen (z. B. Kunststoff) kann dennoch möglich sein.
- Die Untersuchung von Kanälen mit geophysikalischen Methoden erfordert ein spezifisches Know-how. Dies gilt insbesondere für die Planung der Messungen und die Interpretation der Ergebnisse. Entsprechende Standards für die Durchführung und Auswertung geophysikalischer Untersuchungen werden derzeit unter der Federführung von ATV-DVWK erarbeitet (vgl. [2]).

Im Rahmen des beschriebenen Vorhabens wurden zahlreiche der am Markt verbreiteten geophysikalischen Erkundungsverfahren sowohl in einer begehbaren Versuchsstrecke als auch im Kanalnetz eingesetzt. Die Untersuchungsergebnisse unterstützen aber nicht nur die Auswahl zuverlässiger Methoden für den Einsatz in begehbaren Kanälen, sondern bieten darüber hinaus Perspektiven für die Weiterentwicklung und Miniaturisierung der Gerätetechnik für den nicht begehbaren Bereich. ■

Literatur

[1] Regelwerk der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (ATV-DVWK), Merkblatt M 149: Zustandserfassung, -klassifizierung und -bewertung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, April 1999.

[2] Detektion von Lagerungsdefekten und Hohlräumen in der Umgebung erdverlegter Abwasserkanäle, Arbeitsbericht der ATV-DVWK-Arbeitsgruppe ES-5.8, KA – Abwasser, Abfall 2003 (50) Nr. 5.

[3] Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen in einer Versuchsstrecke (begehbarer Kanal) auf dem IKT-Gelände in Gelsenkirchen im Rahmen des Forschungsvorhabens „Quantitative Inspektion von Abwasserkanälen und -leitungen mittels geophysikalischer Verfahren" des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV), Dezember 2001.

[4] Ergebnisbericht von den geophysikalischen Untersuchungen im Bereich der Olpener Straße/Ostmerheimer Straße (Köln) im Rahmen des Forschungsvorhabens „Quantitative Inspektion von Abwasserkanälen und -leitungen mittels geophysikalischer Verfahren" des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV), Dezember 2002.

Buchtipp

25. Auflage: Kompendium zur Vorbereitung auf die Gesellenprüfung

Die dem Lehrling in einer handwerklichen Ausbildung vermittelte Handlungsfähigkeit weist er am Ende der Ausbildungszeit in der Gesellenprüfung nach. Lehrabschlussprüfungen werden in allen anerkannten Ausbildungsberufen (im Handwerk in den Gewerben der Anlagen A und B der Handwerksordnung) mit dem Ziel durchgeführt, die Berufsbefähigung festzustellen. Als Abschlusskontrolle der gesamten Berufsausbildung sind sie die am häufigsten abgelegte Prüfung in Deutschland.

Das Versagen in der Gesellenprüfung ist nach den Beobachtungen der Prüfungsausschüsse vor allem auf die Defizite in der Kenntnisprüfung zurückzuführen. Das in der Abschlussprüfung neben den fachtheoretischen Kenntnissen geforderte allgemeine Wissen betrifft in erster Linie die Lerninhalte des Faches „Wirtschafts- und Sozialkunde". Dessen zentrale Stoffgebiete sind in diesem Vorbereitungs- und Wiederholungsbuch zusammengefasst.

Die 25. Auflage informiert über die folgenden Themen: Gesellenprüfung, Grundfragen der Berufsbildung, Rechtliche Rahmenbedingungen der Berufsausbildung, Sozialversicherungsrecht, Privatversicherungen, Arbeitsrecht, Bürgerliches Recht, Grundfragen der Wirtschaft, Zahlungsverkehr, Rechtsformen der Unternehmen, Betriebs- und Arbeitsorganisation, Betriebswirtschaftliche Aufgaben im Handwerksbetrieb, Kostenrechnung/Kalkulation, Steuerwesen, Politisches Grundwissen, Geschichtlicher Werdegang des deutschen Handwerks, Handwerk in Wirtschaft und Gesellschaft, Organisation des Handwerks, Sonstige Wirtschaftsverbände (BDA, BDI, DIHT und DBV), Zusatzqualifikationen und Aufstiegsfortbildungen im Handwerk. Es folgen ein Sachregister, ein Abkürzungsverzeichnis sowie Hinweise auf zumeist kostenlose weiterführende Literatur. Alle Stoffgebiete wurden überarbeitet und auf den aktuellsten Stand gebracht.

Die kompakte Darstellungsform des Kompendiums erleichtert es, das notwendige Handlungswissen zu vermitteln und zu erarbeiten. Die persönliche Erfolgskontrolle wird zudem durch Aufgabenstellungen vereinfacht, die jeweils am Ende einer Seite formuliert sind.

Winter, Hans/Pieper, Gerold: Gesellenprüfung. Handlungswissen in der Kenntnisprüfung. Wirtschafts- und Sozialkunde, 25. Auflage 2004, A5, 136 Seiten, ISBN 3-87414-099-7, 16,80 €, Kleffmann Verlag, Postfach 10 13 50, 44713 Bochum

Bestellungen des rezensierten Buches schnell und unproblematisch über:

Bauverlag BV GmbH
Profil – die Versandbuchhandlung
Avenwedder Str. 55
33311 Gütersloh
Tel.: 0 52 41/8 08 89 57
Fax: 0 52 41/80 60 16
E-Mail: profil@springer-sbm.com