

Kurzbericht

Abwasserschächte

-Überwachung, Prüfung und Sanierung-

Teil I:

Voruntersuchungen



Gelsenkirchen, Februar 2006

Fördernde Stelle



Ministerium für
Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes NRW

Bearbeitung



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen

Wissenschaftliche Leitung

Dr.-Ing. Bert Bosseler

Projektleitung und Bearbeitung

Dipl.-Ing. René Puhl

and.-Ing. Michael Trzeciok

and.-Ing. Christian Essing

Wir danken allen projektbeteiligten Netzbetreibern für die zahlreichen Anregungen und die fachliche Diskussion sowie die weitreichende Unterstützung bei der inhaltlichen Bearbeitung der ersten Phase des Forschungsprojektes:

Herr Dipl.-Ing. T. Vossmerbäumer	Emschergenossenschaft-Lippeverband
Herr T. Gaa	Gelsenkanal
Herr J. Graban	Gelsenkanal
Herr Dipl.-Ing. (FH) M. Neumann	Gemeinde Möhnesee
Herr Dipl.-Ing. M. Großhaus	Gemeinde Wenden
Herr M. Haase	Hansewasser Bremen
Herr W. Sattelberg	Hansewasser Bremen
Herr Dipl.-Ing. (FH) U. Klein	NVV AG Mönchengladbach
Herr R. Reinartz	NVV AG Mönchengladbach
Herr C. Lennier	Stadt Bad-Salzuflen
Herr Dipl.-Ing. F. Großklags	Stadt Bochum
Herr U. Üstündag	Stadt Bottrop
Herr U. Paluszak	Stadt Dortmund
Herr T. Friedrichs	Stadt Dortmund
Herr L. Becker	Stadt Recklinghausen
Herr T. Wiedemann	Stadt Recklinghausen
Herr Dipl.-Ing. (FH) R. Terwolbeck	Stadt Selm
Frau B. Scholz	Stadt Selm
Herr H. Künnemeyer	Stadt Warendorf
Herr R. Czuba	Stadt Warendorf
Frau Dipl.-Ing. (FH) J. Gellrich	Stadtentwässerung Göttingen
Herr D. Koch	Stadtentwässerung Neuss
Herr J. Burgdorf	Stadtentwässerung Neuss
Herr A. Schneider	Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf
Herr Dipl.-Ing. P. Waidelich	Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR
Herr J. Pritzel	Stadtwerke Bad Berleburg
Herr D. Leufgen	Stadtwerke Essen
Herr H.W. Turk	Stadtwerke Neuenrade AöR
Herr E. Weyer	Technische Betriebe Leverkusen
Herr Dipl.-Ing (FH) R. Schilling	Vlothoer Wirtschaftsbetriebe (Sprecher)
Herr Klingebiel	Wupperverband

Inhaltsverzeichnis

1	VERANLASSUNG, ZIELSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE	1
2	IDENTIFIZIERTER UNTERSUCHUNGSBEDARF	3
2.1	SCHACHTSYSTEME	3
2.2	SCHACHTINSPEKTION, -BEWERTUNG UND -MANAGEMENT	4
2.3	SCHACHTSANIERUNG	6
2.4	WEITERE FRAGESTELLUNGEN	7
3	UNTERSUCHUNGSPROGRAMM.....	8
3.1	ÜBERSICHT	8
3.2	IN-SITU-MABNAHMEN	10
3.3	BEGLEITENDE (LABOR-)UNTERSUCHUNGEN.....	12
3.4	DETAILPLANUNG FÜR DIE PHASE III DES PROJEKTES	14
3.5	SONDERFRAGEN	16
3.6	PROJEKTZEITPLAN.....	17
4	FAZIT	19
5	LITERATUR.....	20

Mehr Licht im Schacht

Rund zehn Millionen Abwasserschächte hat das deutsche Kanalnetz. Die Netzbetreiber erkennen täglich: Ohne Sanierung der Abwasserschächte bekommt man einige Probleme nicht in den Griff. So dringt Fremdwasser über undichte Abwasserschächte wieder in das Kanalnetz ein. Mangelhaft reparierte Schachtabdeckungen stellen bald wieder eine Gefahr für Verkehrsteilnehmer dar. Daher gilt: Die Instandhaltung von Schachtbauwerken, von der Inspektion bis zur Sanierung, ist zu verstärken und zu verbessern.



Ralph Schilling, Vlotho

Insbesondere ist der Schacht als Gesamtbauwerk zu sehen. Schäden sind zuverlässig zu erkennen und zu beseitigen. Bei der Sanierungsplanung sind alle Teile des Schachtes zu berücksichtigen. Schachtwand und Anbindungsstellen sind dauerhaft abzudichten. Lasten auf die Schachtabdeckung müssen schadensfrei bis in das Schachtunterteil abgetragen werden.

Der vorliegende Bericht des IKT bietet hier Hilfestellung. Er fasst das aktuell verfügbare Praxiswissen zum Thema Abwasserschächte zusammen. Ein umfangreicher Bildkatalog erleichtert die Zustandserfassung verschiedenster Abwasserschächte. Marktübersichten unterstützen bei der Auswahl von Sanierungssystemen.

Das soll aber erst der Anfang sein: Gemeinsam mit 23 Kanalnetzbetreibern hat das IKT das Untersuchungsprogramm „Abwasserschacht“ erarbeitet. Die dort geplanten Härtetests an Abwasserschächten dienen zur Beantwortung der drängendsten Praxisfragen. Die zweite Projektphase soll bald starten - für mehr Licht im Schacht.

Dipl.-Ing. Ralph Schilling, Vlothoer Wirtschaftsbetriebe

Sprecher des IKT-Projektbeirates „Abwasserschächte“

1 Veranlassung, Zielstellung und Vorgehensweise

Bisher durchgeführte Forschungsprojekte zum Thema „Abwasserschächte“ befassten sich vorrangig mit technischen Einzelfragen (vgl. z. B. [1], [2], [3], [4]). Seitens der Kanalnetzbetreiber bestehen jedoch weitergehende Unsicherheiten mit Blick auf den Betrieb und die Instandhaltung von Schachtbauwerken. Das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen beauftragte vor diesem Hintergrund das IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur mit dem Forschungsprojekt „Abwasserschächte - Überwachung, Prüfung und Sanierung -“ (Aktenzeichen IV-9-041 105 0250), dessen erste Ergebnisse in diesem hier als Kurzfassung vorliegenden Teilbericht dargestellt sind. Die vollständige Darstellung der Ergebnisse findet sich in [5].

Ziel des Forschungsprojektes ist es, den Kanalnetzbetreibern Handlungsempfehlungen zur Planung und Organisation der grundlegenden Betriebs- und Instandhaltungsabläufe (Inspektion, Dichtheitsprüfung, Zustandsbewertung und Sanierung) an Abwasserschächten bei ganzheitlicher Betrachtung des gesamten Schachtkörpers sowie der zugehörigen Betriebsprozesse zur Verfügung zu stellen.

In dem hier dargestellten **ersten Teilschritt** sollten dazu Übersichten über die am Markt verfügbaren Schachtsysteme, Dichtungssysteme, Inspektionssysteme, Klassifizierungs- und Bewertungsverfahren sowie Sanierungsverfahren erstellt, die praxisrelevanten Problem- und Fragestellungen bei der baulichen und betrieblichen Überwachung sowie bei der Sanierung von Abwasserschächten ermittelt und ein Versuchsprogramm zur Klärung eben dieser offenen Fragestellungen erarbeitet werden.

Um dieses Zwischenziel zu erreichen, wurde die folgende praxisorientierte **Vorgehensweise** gewählt:

- Gründung eines Projektbeirates „Abwasserschächte“ mit 23 Betreibern öffentlicher Kanalnetze,
- Identifizierung der praxisrelevanten, offenen Fragestellungen bei Bau, Betrieb und Sanierung von Abwasserschächten durch Gespräche mit Mitgliedern des Projektbeirates sowie Produktherstellern und weiteren Fachleuten (vgl. Abb. 1-A),
- Analyse bereits abgeschlossener Forschungsprojekte zum Thema Abwasserschächte hinsichtlich des noch offenen Untersuchungsbedarfes,
- Erstellung von Übersichten über die am Markt verfügbaren Schachtsysteme, Inspektionssysteme, Klassifizierungs- und Bewertungsverfahren sowie Sanierungsverfahren,
- Auswertung von Schachtdatenbanken von Kanalnetzbetreibern sowie Bildmaterial von Fachfirmen für die Inspektion von Abwasserschächten,
- Inspektion von schadhafte Schächten und Zusammenstellung von vorhandenem Bildmaterial (vgl. Abb. 1-B),

- Aufbereitung, Diskussion und Bewertung der Ergebnisse in Lenkungskreissitzungen (vgl. [6], [7], [8]) mit den Mitgliedern des Projektbeirates (vgl. Abb. 1-C),
- Auswahl von Systemen und Verfahren mit besonderem Untersuchungsbedarf sowie Festlegung der für die Untersuchungen relevanten Randbedingungen durch die Mitglieder des Projektbeirates (vgl. Abb. 1-D) und
- Erarbeitung eines Untersuchungsprogramms auf Basis des identifizierten Untersuchungsbedarfes zusammen mit den Mitgliedern des Projektbeirates.



A



B



C



D

*Abb. 1: Identifizierung des Untersuchungsbedarfs. **A:** Interviews mit Betreibern öffentlicher Kanalnetze (hier Gemeinde Möhnesee). **B:** Inspektion von Abwasserschächten. **C:** Abstimmung des Untersuchungsbedarfs mit den Kanalnetzbetreibern. **D:** Auswahl der untersuchungsrelevanten Systeme und Verfahren durch die Kanalnetzbetreiber.*

2 Identifizierter Untersuchungsbedarf

Eine wesentliche Aufgabe der Voruntersuchungen in der Projektphase 1 lag damit in der Ausrichtung des Projektes auf den **für die Netzbetreiber relevanten Forschungsbedarf**. Insbesondere die intensive Mitwirkung des Projektbeirates gewährleistete dies und bestätigte darüber hinaus frühzeitig, dass seitens der Kanalnetzbetreiber mit Blick auf den Bau, den Betrieb und die Sanierung von Abwasserschächten ein erheblicher Handlungsbedarf gesehen wird.

Als erstes konkretes Projektergebnis können die Kanalnetzbetreiber bereits die im Rahmen der ersten Projektphase erstellten **Marktübersichten** nutzen. In diesen Übersichten werden die am Markt verfügbaren Schachtsysteme, Dichtungssysteme, Inspektionssysteme, Klassifizierungs- und Bewertungsverfahren, Managementsysteme sowie Sanierungsverfahren ausführlich beschrieben (vgl. Kapitel 4, 6 und 7 der Langfassung des Berichtes). Ergänzend sind zu jeder System- bzw. Verfahrensgruppe auch die verschiedenen am Markt angebotenen Produkte mit den jeweiligen von den Herstellern angegebenen Produkteigenschaften dargestellt.

Für die weiteren Untersuchungen im Rahmen des Projektes wurden zahlreiche praxisrelevante Fragestellungen identifiziert. Diese reichen vom Bau von Abwasserschächten über die Inspektion, Bewertung und Zustandsklassifizierung - also die bauliche und betriebliche Überwachung - bis zu der Sanierung der Schächte.

2.1 Schachtsysteme

Abb. 2 gibt eine Übersicht über die am Markt erhältlichen Schachtsysteme.

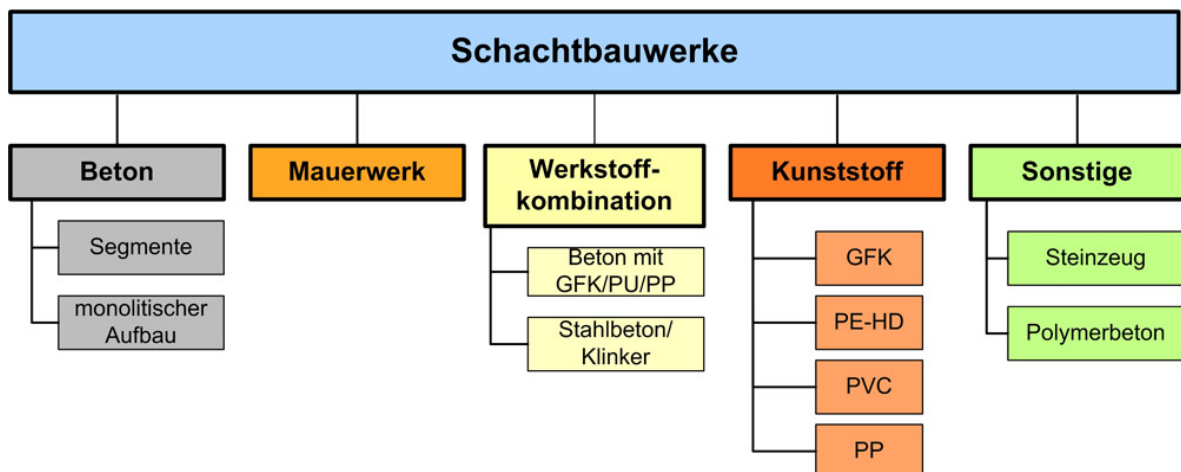


Abb. 2: Übersicht über verbreitete bzw. am Markt erhältliche Schachtsysteme.

Im Rahmen der ersten Phase des Forschungsprojektes konnte der folgende Bedarf hinsichtlich der Untersuchung von Schachtsystemen, Dichtungssystemen und Dichtheitsprüfungen sowie zur baulichen Ausbildung von Abwasserschächten identifiziert werden:

Die Untersuchung von **Schachtsystemen** aus Werkstoffkombinationen (hier besonders die Kombination von Beton und Mauerwerk), Kunststoff (hier vor allem Schächte aus GfK, PE-HD und PP) sowie aus Betonfertigteilen ist von hohem Interesse. Insbesondere werden Aussagen zur **Infiltrationsdichtheit** der verschiedenen Schacht- und Dichtungssysteme (u.a. auch

in den Bereichen der Zu- und Abläufe) sowie zur Dichtheit von nachträglich einzubringenden Rohreinbindungen benötigt. Darüber hinaus sollen Hinweise zur Überprüfung der Dichtheit von Schachtbauwerken erarbeitet werden.

2.2 Schachtinspektion, -bewertung und -management

Bei den **Inspektionsverfahren** (Verfahrensübersicht vgl. Abb. 3) ist besonderer Untersuchungsbedarf hinsichtlich der Qualitätsunterschiede sowie der Grenzen der einzelnen Verfahren in Bezug auf die spätere Verwendung der Inspektionsergebnisse, z. B. zur Sanierungsplanung, gegeben. Zusätzlich sollten die Einflussmöglichkeiten des ausführenden Technikers auf das Inspektionsergebnis bei den einzelnen Verfahren überprüft werden.

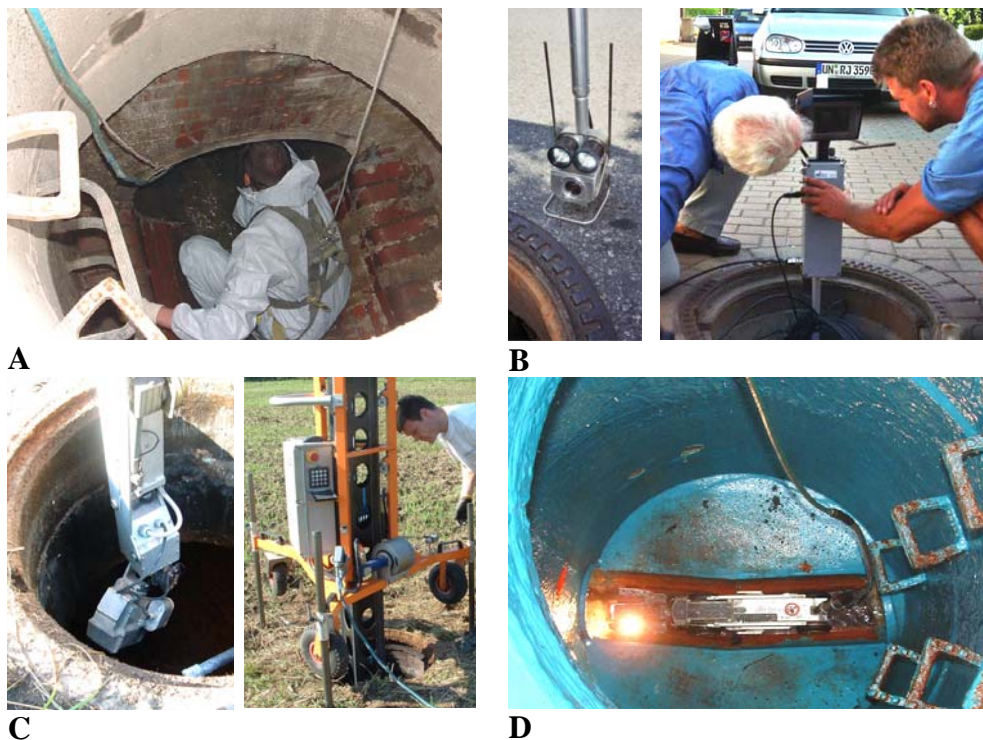


Abb. 3: Möglichkeiten zur Schachtinspektion. **A:** Schachtinspektion durch Begehung. **B:** Inspektion mit einer Schachtkamera. **C:** Inspektion mit einem Vermessungsroboter. **D:** Schachtinspektion im Zuge der TV-Kanalinspektion.

Die derzeit verfügbaren **Protokollvordrucke zur Schachtinspektion** sind nur bedingt verwendbar. In der Regel verwenden die Kanalnetzbetreiber selbsterstellte oder eigenständig angepasste Protokolle für die Inspektion der Abwasserschächte. Vor diesem Hintergrund wird eine Optimierung der Protokollvordrucke seitens der Kanalnetzbetreiber gewünscht.

Eine fundierte Bewertung des Zustandes von Abwasserschächten ist derzeit in der Praxis oftmals nur bedingt möglich, da die zur Verfügung stehenden Schadensbeschreibungen nicht ausreichend sind und Referenzbeispiele fehlen. Der im Rahmen der ersten Phase des Projektes erstellte **Zustandsbildkatalog** mit 51 typischen Referenzzustandsbildern (vgl. Kapitel 5 der Langfassung des Berichtes) stellt einen ersten Schritt zur Erleichterung der Inspektion und fundierten Erfassung des Zustandes von Abwasserschächten in der Praxis dar. Er kann ggf. in

eine Neuauflage des als Hilfe zur Kanalzustandsbewertung vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen herausgegebenen Zustandsreferenzkataloges einfließen, der bislang nur zwei Referenzbeispiele für Schäden an Abwasserschächten enthält.

Bei der Mehrzahl der bestehenden **Klassifizierungs- und Bewertungsverfahren** ist Verbesserungspotential hinsichtlich der Anwendung an Abwasserschächten zu erkennen. Zwar berücksichtigen die Verfahren i. d. R. umweltrelevante, bauliche, betriebliche und hydraulische Aspekte bei der Bewertung. Bei keinem der Verfahren können allerdings die Anforderungen von Behörden und Bürgern, das zur Verfügung stehende finanzielle Budget, die Personalkapazitäten sowie mögliche Synergieeffekte mit anderen Betriebsprozessen (z. B. Straßenbau, Kanalreinigung) berücksichtigt werden. Daher wird eine Sanierungsentscheidung in der Praxis in der Regel nur bedingt von der Zustandsklasse des Schachtes abhängig gemacht. Im Regelfall ist eine „Feuerwehrstrategie“ zu erkennen, so z. B. wenn die abgesenkte Fahrbahn eine Verkehrsgefährdung darstellt (Aufforderung vom Straßenbaulastträger) oder dem Kanal massiv Fremdwasser über einen undichten Schacht zuläuft. Vor diesem Hintergrund werden von den Kanalnetzbetreibern Umsetzungshilfen für ein systematisches Vorgehen bei der Bewertung und Klassifizierung von schadhaften Abwasserschächten gewünscht.

Schachtmanagementsysteme werden von den Kanalnetzbetreibern nur selten verwendet. Da viele Netzbetreiber aber nach einer Möglichkeit suchen, die Vorgehensweise bei der Inspektion von Abwasserschächten zu optimieren, besteht ein großes Interesse an einer Untersuchung der Leistungsfähigkeit der am Markt verfügbaren Schachtmanagementsysteme unter Praxisbedingungen.



Abb. 4: Systeme zur Lokalisierung und Identifikation u. a. von Schachtbauwerken.

A: Schachtmanagementsystem Eleusis+ [9]. **B:** BKS Schachtnummerierungssystem Bodemann [10]

2.3 Schachtsanierung

Bei den **Sanierungsverfahren** konnte Bedarf vor allem hinsichtlich der Untersuchung von Beschichtungs- und Auskleidungsverfahren identifiziert werden. Darüber hinaus sind Reparaturmaßnahmen wie die Ausbesserung von Berme und Gerinne, das Verfüllen von Mauerwerksfugen, die Injektion mit Mörteln und Harzen sowie die örtliche Beschichtung mit schnellabdichtenden Mörteln besonders untersuchenswert.

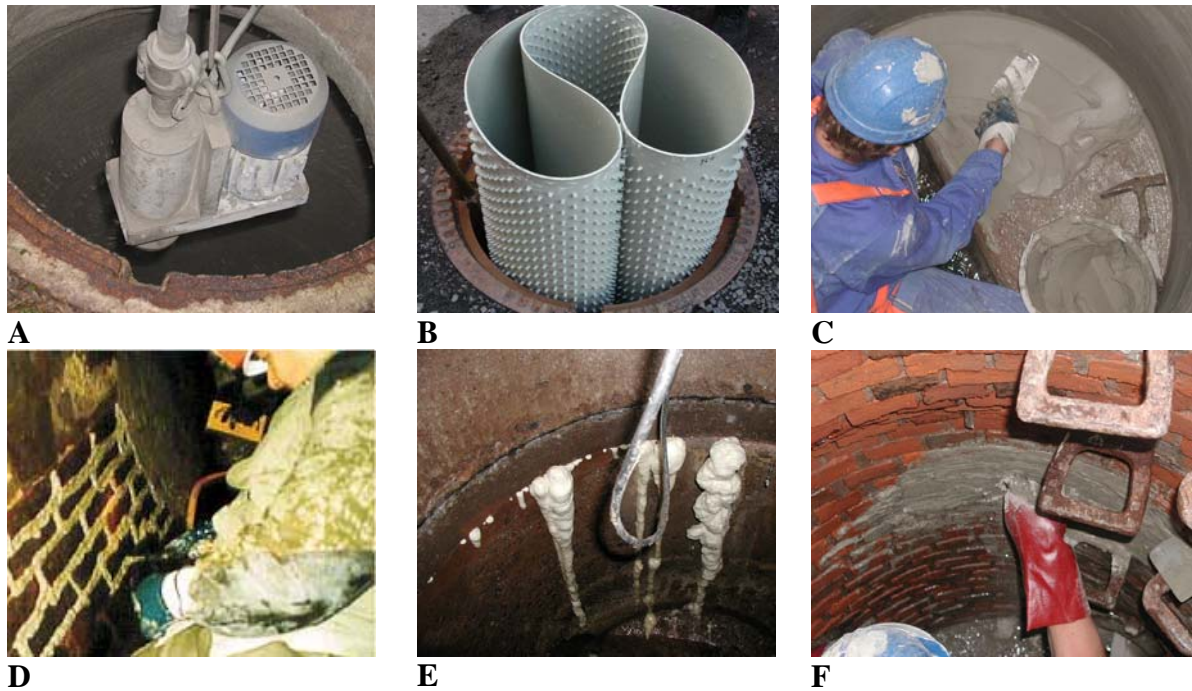


Abb. 5: Renovierungsverfahren und Reparaturmaßnahmen für die Sanierung von Abwasserschächten. **A:** Dickbeschichtung mit Mörtel. **B:** Auskleidung mit Kurzrohren aus PE-HD. **C:** Ausbesserung von Berme und Gerinne. **D:** Verfüllen von Mauerwerksfugen [11]. **E:** Injektion von Polyurethanharz. **F:** Örtliche Beschichtung mit schnell-erhärtendem Mörtel.

Im Ergebnis sollen folgende **Praxis-Arbeitshilfen Sanierung** erarbeitet werden:

- Hilfestellungen für die Auswahl eines geeigneten Sanierungsverfahrens in Abhängigkeit des vorliegenden Schadensbildes,
- Hinweise zu Einsatzmöglichkeiten und -grenzen von Sanierungsverfahren vor allem bei verschiedenen Werkstoffkombinationen, Schadensbildern und infiltrierendem Grundwasser,
- Hinweise zu Qualitätseinflüssen bei der Ausführung von Sanierungsmaßnahmen an Abwasserschächten,
- Praxisorientierte Arbeitshilfen, die bei der Ausschreibung, Bauüberwachung und Abnahme von Schachtsanierungen verwendet werden können und

- Hinweise zur Dichtwirkung verschiedener Sanierungsverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Einbindung der Zu- und Abläufe sowie der Anbindung an bereits ausgeführte Rohrsanierungen.

Bei der Untersuchung der Sanierungsverfahren soll in besonderem Maße auf den Einfluss von Werkstoffwechseln, Leitungseinbindungen, während und nach der Sanierung anstehendem Grundwasser, verschiedenen Schadensarten, Schacht- und Kanalreinigung, biologisch-chemischen Belastungen sowie Verkehrslasten eingegangen werden.

2.4 Weitere Fragestellungen

Weitere offene, praxisrelevante Fragestellungen konnten hinsichtlich des Einsatzes verschiedener **Steighilfen**, sinnvoller **Schachtabstände** sowie der Notwendigkeit von **Schmutzfängern** identifiziert werden.

3 Untersuchungsprogramm

3.1 Übersicht

Auf Grundlage des im Rahmen der ersten Projektphase identifizierten Untersuchungsbedarfs sollen im weiteren Projektverlauf Hilfestellungen für die relevanten Fragestellungen erarbeitet werden. Das entsprechende Untersuchungsprogramm wurde nach den Anforderungen der beteiligten Kanalnetzbetreiber erarbeitet und in einer Lenkungskreissitzung vorgestellt, diskutiert und weiter verfeinert (vgl. Abb. 6). Die wesentlichen Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt (vgl. auch [7]).



Abb. 6: Abstimmung des Untersuchungsprogramms mit den beteiligten Kanalnetzbetreibern

Aufgrund des besonderen Untersuchungsumfangs und der zeitlichen Abfolge der einzelnen Untersuchungsschritte wird eine **Aufteilung der Untersuchungen in zwei weitere Projektphasen** vorgeschlagen. In der zweiten Phase des Projektes werden für die einzelnen System- bzw. Verfahrensgruppen In-situ-Maßnahmen und begleitende (Labor-) Untersuchungen durchgeführt. Mit den Erkenntnissen dieser Untersuchungen werden anschließend die Versuchsaufbauten und -abläufe im Großversuchsstand im Detail geplant und in einer dritten Phase des Projektes umgesetzt (vgl. Abb. 6).

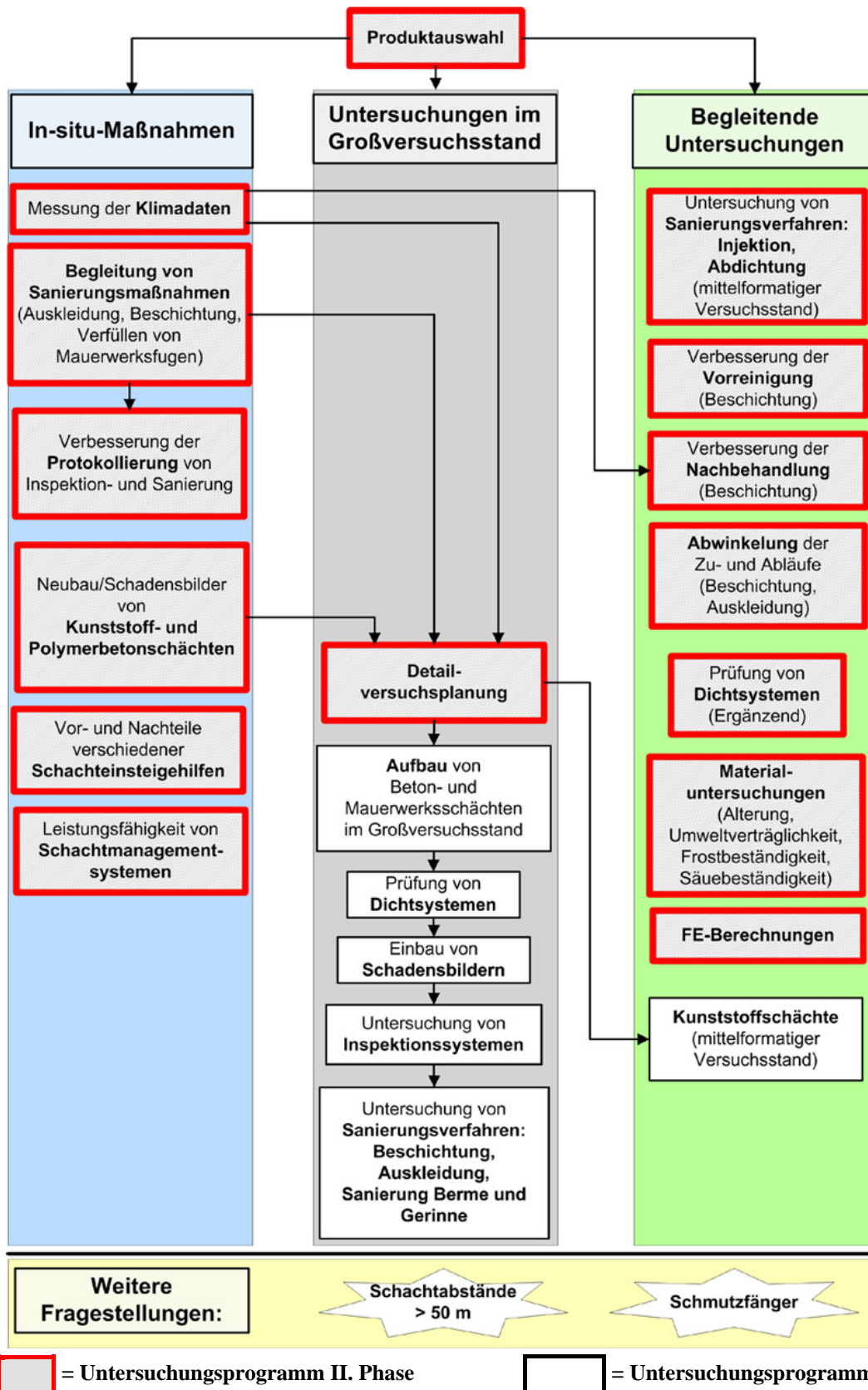


Abb. 7: Geplantes Untersuchungsprogramm, Auszug aus dem Ergebnisprotokoll der zweiten Lenkungskreissitzung vom 08.11.2005 [7]

3.2 In-situ-Maßnahmen

Die In-situ-Maßnahmen dienen in erster Linie dazu, Hinweise zu den grundsätzlichen Qualitätseinflüssen sowie zu den Leistungsgrenzen der untersuchungsrelevanten Systeme und Verfahren bei Bau und Sanierung von Abwasserschächten zu gewinnen. Darüber hinaus sollen Hilfestellungen für eine Optimierung der baulichen und betrieblichen Überwachung erarbeitet werden. Geplant ist hierbei, die Protokollierung bei der Schachtinspektion sowie bei der Ausführung und Abnahme von Schachtsanierungen zu verbessern und die Leistungsfähigkeit von Schachtmanagementsystemen in der Praxis zu überprüfen. Im einzelnen sind die folgenden **Arbeitspakete** geplant:

- Bei der **Bestimmung des Langzeit-Schachtklimas** als Vorbereitung für die Versuchsbedingungen der Labor- und Großversuche sollen in ca. 20 Abwasserschächten die Temperatur, Luftfeuchte und die chemisch-biologische Belastung gemessen sowie der Einfluss verschiedener Randbedingungen (z. B. Schachttiefe, Volumenstrom, Werkstoff, Lage) auf das Schachtklima untersucht werden.
- Um erste Anhaltswerte zu Qualitätseinflüssen und Einsatzgrenzen bei der **Ausführung von Schachtsanierungen im Auskleidungsverfahren** zu gewinnen, sollen In-situ-Auskleidungsmaßnahmen mit Segmenten aus GfK, PE-HD sowie Auskleidungen im Schacht-in-Schacht-Verfahren wissenschaftlich begleitet werden.
- Um zusätzlich erste Hinweise auf typische **Versagensarten und Schäden bei Schachtsanierungen im Auskleidungsverfahren** zu erhalten, werden auch Schächte untersucht, die bereits vor mehreren Jahren im Auskleidungsverfahren saniert worden sind.
- Um weitere Anhaltspunkte bzgl. der **Dauerhaftigkeit von Schachtsanierungen im Beschichtungsverfahren** unter verschiedenen Randbedingungen zu erhalten, soll eine Langzeit-Untersuchung der 42 Schächte, die im Rahmen des Forschungsprojektes „Beschichtungsverfahren zur Sanierung von Abwasserschächten“ [4] in den Jahren 2003 und 2004 saniert worden sind, durchgeführt werden.
- Um Anhaltspunkte darüber zu erlangen, welches Vorgehen bei der **Instandsetzung von schadhaften oder undichten Schachtbeschichtungen** geeignet ist, soll die Instandsetzung defekter Schachtbeschichtungen begleitet werden.
- Die Untersuchungen im Rahmen des o. a. Forschungsprojektes konzentrierten sich auf Mörteldickbeschichtungen und Polyurethanbeschichtungen. Beschichtungen mit mineralischen Dichtschlämmen wurden nicht untersucht. Bei den Laboruntersuchungen waren große Unterschiede zwischen den verschiedenen Polyurethanbeschichtungsprodukten vor allem hinsichtlich der Empfindlichkeit gegenüber der Untergrundfeuchtigkeit zu erkennen. Vor diesem Hintergrund ist die **In-situ-Untersuchung von Beschichtungen mit mineralischen Dichtschlämmen** sowie **weiterer Polyurethanprodukte** geplant.

- Das **Verfüllen von Mauerwerksfugen** soll analog zu dem Vorgehen bei der wissenschaftlichen Begleitung von Sanierungen im Auskleidungsverfahren bei sechs Sanierungsmaßnahmen an Mauerwerksschächten mit starker Fugenkorrosion untersucht werden, um Hinweise zu Qualitätseinflüssen und Einsatzgrenzen solcher Maßnahmen zu erhalten.
- Die **Protokollierung der Inspektionsergebnisse sowie die Protokollierung der Ausführung und Abnahme von Schachtsanierungen** soll im Rahmen der zweiten Phase des Projektes verbessert werden. Dazu werden in einem ersten Schritt bereits vorhandene Protokollvorlagen von Netzbetreibern, Herstellern bzw. aus Merkblättern zusammengetragen, überarbeitet und in der Praxis eingesetzt. Im Anschluss an die Praxiseinsätze werden die Protokollvorlagen ggf. in einem weiteren Schritt an die Erfordernisse vor Ort angepasst.
- Um erste Anhaltswerte zu Qualitätseinflüssen und Einsatzgrenzen bei dem **Neubau von Kunststoffschächten und Polymerbetonschächten** zu gewinnen, werden Neubaumaßnahmen mit Schachtsystemen aus GfK, PE-HD, PP sowie aus Polymerbeton wissenschaftlich begleitet und nach einem längeren Zeitraum, z. B. nach sechs Monaten, untersucht.
- Um auch erste Hinweise hinsichtlich der typischen **Versagensarten und Schäden bei Kunststoff- und Polymerbetonschächten** zu erhalten, werden auch Schächte untersucht, die bereits vor mehreren Jahren erbaut worden sind.
- Die Vor- und Nachteile verschiedener **Schachteinsteigegehilfen** sollen in Hinblick auf ihre Praxistauglichkeit untersucht werden. Zu berücksichtigen sind dabei vor allem die Querschnittsform des Schachtes, die Einstiegsintervalle in den Schacht, die Handhabbarkeit durch die Mitarbeiter des Betriebshofes sowie die Auswirkungen auf die Einsetzbarkeit verschiedener Sanierungsverfahren.
- Die **Leistungsfähigkeit von Schachtmanagementsystemen** soll überprüft werden. Dazu werden die am Markt verfügbaren Systeminformationen zusammengefasst und aufbereitet, der Praxiseinsatz einzelner Systeme bei Netzbetreibern dokumentiert und die Ergebnisse den Anforderungen der Netzbetreiber gegenüber gestellt. Anschließend werden Empfehlungen für den Einsatz von Schachtmanagementsystemen erarbeitet.

3.3 Begleitende (Labor-)Untersuchungen

Hier stehen Untersuchungen an praxisnahen Versuchsaufbauten in mittelformatigen Versuchsständen im Maßstab 1:1 im Vordergrund. In diesen Versuchen sollen die Qualitätseinflüsse und Einsatzgrenzen von Injektions- und Abdichtungsmaßnahmen ermittelt, Vorschläge für die Verbesserung der Reinigung des Schachtes im Vorfeld von Sanierungsmaßnahmen sowie für die Verbesserung der Nachbehandlung bei einer Sanierung im Beschichtungsverfahren erarbeitet und Erkenntnisse hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit von Renovierungsverfahren bei speziellen Belastungen im Bereich der Zu- und Abläufe des Schachtes gewonnen werden. Darüber hinaus wird die Dichtwirkung verschiedener Dichtungs- und Anschlusssysteme überprüft. In Laborversuchen an kleinformatischen Probekörpern sowie in numerischen Berechnungen sollen die Erkenntnisse hinsichtlich des Verhaltens der untersuchungsrelevanten Materialien weiter vertieft werden.

Die folgenden, vergleichenden Untersuchungen sollen in mittelformatigen Versuchsständen an **Versuchsaufbauten im Maßstab 1:1** durchgeführt werden:

- **Qualitätseinflüsse und Einsatzgrenzen von Injektions- und Abdichtungsmaßnahmen** unter Simulation eines „Grundwasser“-Einflusses (vgl. Abb. 8),
- Wirksamkeit verschiedener innovativer Reinigungsverfahren (z. B. Höchstdruckreinigung, Strahlgutreinigung) und Erarbeitung von Empfehlungen zur **Verbesserung der Schachtreinigung**,
- Auswirkungen verschiedener Nachbehandlungsmethoden auf die Qualität einer Mörtelbeschichtung und Erarbeitung von Hinweisen bzgl. einer **Verbesserung der Nachbehandlung von Mörtelbeschichtungen**,
- Auswirkungen einer **Abwinkelung der Zu- und Abläufe bei Schachtsanierungen im Beschichtungs- und Auskleidungsverfahren** und
- **Dichtheitsprüfungen mit Innen- und Außenwasserdruck** für die Auswahl geeigneter Dichtsysteme für die geplanten Versuche im Großversuchsstand des IKT, zur Bestimmung des Einflusses des Technikers auf die Dichtwirkung bei der Baustellenmontage von Dichtsystemen, zur Überprüfung der Dichtwirkung von verschiedenen Anschlusssystemen im Zu- und Ablauf des Schachtes und zur Überprüfung der Dichtheit verschiedener Verfahren zur Abdichtung von nachträglich einzubindenden Seitenzuläufen.

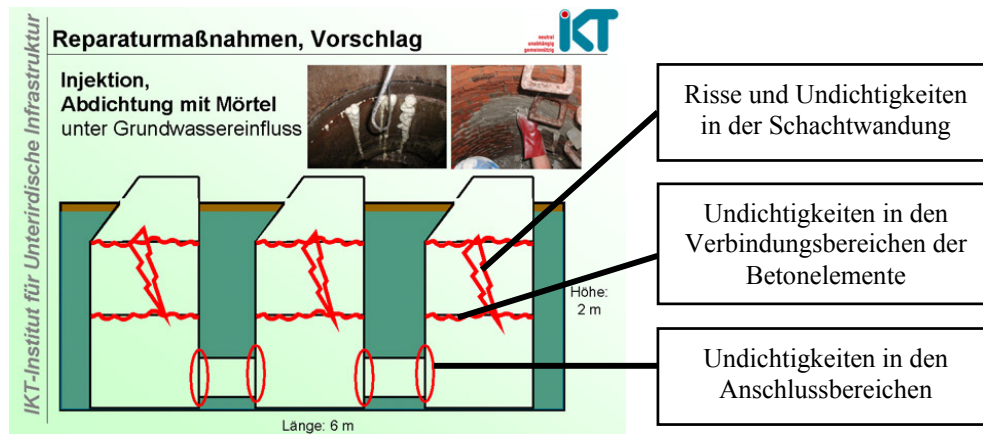


Abb. 8: Geplanter Versuchsaufbau für die Untersuchung von Injektions- und Abdichtungsmaßnahmen, Auszug aus den IKT-Folien im Protokoll zur zweiten Lenkungskreissitzung vom 08.11.2005 [7]

Durch **Materialuntersuchungen** an kleinformigen Probekörpern soll die Aussagekraft der Ergebnisse der In-situ-Untersuchungen sowie der begleitenden Untersuchungen an großformatigen Schachtaufbauten vor allem hinsichtlich der Langzeit-Beständigkeit und Umweltverträglichkeit der einzelnen Maßnahmen weiter erhöht werden. Aufbauend auf den Ergebnissen der zweidimensionalen **Finite-Elemente-Berechnungen** im Rahmen des Forschungsprojektes „Beschichtungsverfahren zur Sanierung von Abwasserschächten“ [4] sind 3D-Analysen geplant, um weitergehende Aussagen hinsichtlich der praxisrelevanten Haftzugfestigkeiten unter verschiedenen Randbedingungen sowie zur Langzeit-Beständigkeit von Beschichtungen zu gewinnen.

3.4 Detailplanung für die Phase III des Projektes

In Phase II des Projektes stehen vor allem die Aufnahme der Randbedingungen in den Kanalnetzen vor Ort sowie die Erkennung der relevanten Qualitätseinflüsse bei Bau, Betrieb und Sanierung von Abwasserschächten im Vordergrund. In Phase III des Projektes sollen darauf aufbauend **vergleichende Untersuchungen** unter Berücksichtigung der in situ erkannten Randbedingungen und Qualitätseinflüsse durchgeführt werden.

Dazu bieten sich Untersuchungen im Großversuchsstand des IKT an. Hier können die Auswirkungen typischer Belastungssituationen, deren Untersuchung für die Netzbetreiber von besonderer Relevanz ist, wie z. B. (vgl. Abschnitt 2.3):

- Einfluss von anstehendem Grundwasser während und nach der Sanierung,
- Berücksichtigung der Anschlussbereiche bei der Sanierung,
- Einfluss der Schacht- und Kanalreinigung,
- Einfluss von biologisch-chemischen Belastungen und
- Einfluss von Verkehrslasten

auf die Qualität verschiedener Schachtsysteme und Renovierungsmaßnahmen in vergleichenden Großversuchen untersucht werden. Im Vordergrund stehen dabei Untersuchungen an Schachtaufbauten im Maßstab 1:1 einschließlich einbindender Leitungen. Darüber hinaus können an den Prüfaufbauten vergleichende Untersuchungen zu den verschiedenen Verfahren der Schachtinspektion und Dichtheitsprüfung durchgeführt werden. Letztendlich erlauben diese Versuche, aussagekräftige Ergebnisse hinsichtlich der Qualität und den Einsatzgrenzen der verschiedenen Systeme und Verfahren zu gewinnen.

Ein **möglicher Versuchsaufbau** ist z. B.:

- Aufbau von Beton- und Mauerwerksschächten inkl. Zu- und Ablauf,
- Prüfung der Dichtheit des Gesamtsystems (Dichtsysteme, Anbindungsbereiche etc.),
- Einbau von typischen Schadensbildern,
- Vergleichende Untersuchung von Inspektionssystemen für Schächte,
- Sanierung der Schächte durch Fachfirmen mit Beschichtungs- und Auskleidungsverfahren (immer unter Einbeziehung einer Sanierung von Berme und Gerinne sowie der Zu- und Abläufe) und
- Untersuchung der Qualitätseinflüsse und Einsatzgrenzen der Sanierungsverfahren, Aufbringen von typischen Praxisbelastungen wie z. B. Außenwasserdruck, Kanal- und Schachtreinigung, aggressives Kanalklima, Auswirkungen von Verkehrslasten.

Um den Aufbau und -ablauf der Großversuche in Phase III des Projektes möglichst realistisch gestalten und so letztendlich aussagekräftige Empfehlungen hinsichtlich der Qualität und Einsatzgrenzen der verschiedenen Verfahren für die Kanalnetzbetreiber erarbeiten zu können, ist eine **detaillierte Planung** notwendig. Besonders deutlich wird dies vor dem Hintergrund

der **vielfältigen Möglichkeiten**, die sich bei den Versuchsaufbauten und -abläufen ergeben (vgl. Abb. 9). Die nachfolgenden Beispiele verdeutlichen dies:

- Um die Randbedingungen bei der Ausführung und den nachträglichen Belastungen der Sanierungsverfahren möglichst praxisnah zu gestalten, soll im Großversuchsstand ein **typisches Schachtklima** simuliert werden. Dies geschieht auf Grundlage der Langzeit-Klimauntersuchungen.
- In den Großversuchsstand können gleichzeitig ca. **18 Schächte inkl. Zu- und Abläufe** eingebaut werden. Es sollen vornehmlich Schächte aus Betonfertigteilen und Schächte aus dem Werkstoffmix Beton/Mauerwerk aufgebaut werden. Die Netzbetreiber wünschen darüber hinaus auch den Aufbau einiger Kunststoff- bzw. Betonschächte, bei denen die Innenwandung bereits ab Werk mit Kunststoff ausgekleidet ist (vgl. z. B. Abb. 9-A/B).
- Die Schächte können mit **Leitungen aus unterschiedlichen Materialien** (z. B. Beton, Steinzeug, mit Schlauchliner sanierte Leitung) untereinander verbunden werden, um praxisnahe Versuchsbedingungen zu gewährleisten (vgl. z. B. Abb. 9-A).
- Welche der relevanten **Schadensbilder** in die verschiedenen Schachtaufbauten eingebracht werden sollen, ist im Detail abhängig von dem gewählten Versuchsaufbau festzulegen.
- Um sämtliche **Beschichtungs- und Auskleidungsverfahren** untersuchen zu können, bei denen eine hohe Untersuchungspriorität von den Netzbetreibern gesehen wird, ist es ggf. notwendig, den Versuchsaufbau (ca. 18 Schächte im Großversuchsstand inkl. Zu- und Abläufe) zweimal auszuführen.
- Bei der Wahl des **Einsatzortes sowie der Ausführungsanzahl der einzelnen Sanierungsverfahren** auf den unterschiedlichen Schachtsystemen in Verbindung mit den verschiedenen Schadensarten und anbindenden Leitungssystemen ergeben sich zahlreiche Variationsmöglichkeiten (vgl. z. B. Abb. 9-C).
- Bei der **Dichtheitsprüfung** können die verschiedenen Dichtsysteme für Abwasser-schächte und die Dichtwirkung der verschiedenen Sanierungsverfahren unter Innenüberdruck (Wasser- und Luftdruck), Innenunterdruck (Luftdruck) und unter Außenwasserdruck überprüft werden (vgl. Abb. 9-D). Darüber hinaus ist z. B. auch eine vergleichende Überprüfung der Einsatzmöglichkeiten sowie der Aussagekraft verschiedener Prüfmethoden sowie -systeme möglich.
- Bei den Untersuchungen zu den Einsatzgrenzen der verschiedenen **Inspektionssysteme** ist grundsätzlich der Einsatz von Vermessungsrobotern, Schachtkameras sowie die Inspektion durch Inaugenscheinnahme bzw. Fahrwagenkameras aus dem Gerinne heraus denkbar. Aussagen zu dem Einfluss des ausführenden Inspektors können z. B. durch die Ausführung und Bewertung der jeweiligen Inspektionen durch verschiedene Fachfirmen gewonnen werden.

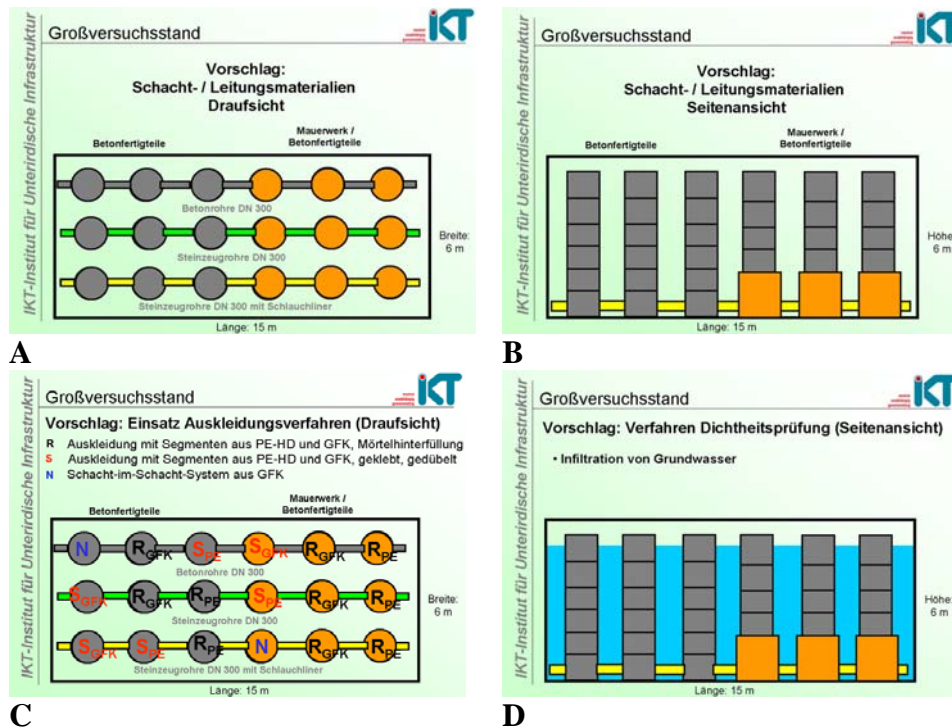


Abb. 9: Beispiele für mögliche Versuchsaufbauten und -abläufe für die Untersuchungen im Großversuchsstand des IKT in der dritten Phase des Projektes, Auszug aus den IKT-Folien im Protokoll zur zweiten Lenkungskreissitzung vom 08.11.2005 [7].
A: Schacht- und Leitungsmaterialien, Draufsicht. **B:** Schacht- und Leitungsmaterialien, Seitenansicht. **C:** Einsatz Auskleidungsverfahren, Draufsicht.
D: Dichtheitsprüfung Außenwasserdruck, Seitenansicht.

Zusätzlich zu den o.a. Untersuchungen im Großversuchsstand sollen in Phase III des Projektes vergleichende **Untersuchungen zu den Qualitätseinflüssen und Einsatzgrenzen von Kunststoffschächten** durchgeführt werden. Hierbei sollen Kunststoffschächte aus GfK, PE-HD und PP im mittelformatigen Versuchsstand des IKT aufgebaut und in Abhängigkeit der Ergebnisse aus den In-situ-Untersuchungen anschließend verschiedene Versuche an den Schachtbauwerken durchgeführt und ausgewertet werden. Denkbar wären z. B. Versuche zur Auftriebssicherheit, zur Belastung unter Außenwasserdruck, zu Auswirkungen von Verkehrslasten sowie zur nachträglichen Anbindung von Seitenzuläufen.

3.5 Sonderfragen

Unabhängig von dem o. a. Untersuchungsprogramm sollen die offenen Fragestellungen bezüglich der hydraulischen und betrieblichen Auswirkung bei einer **Vergrößerung der Schachtabstände** sowie der hydraulische und betriebliche Auswirkung bzw. Notwendigkeit von **Schmutzfängern** in Abwasserschächten in zwei Pilotmaßnahmen untersucht werden.

3.6 Projektzeitplan

In Abb. 10 ist ein Überblick über den Zeitplan für die Umsetzung der zweiten Phase des Projektes gegeben.

Die In-situ-Untersuchungen sind auf die Planung der Sanierungs- und Baumaßnahmen in den Kanalnetzen der beteiligten Netzbetreiber abzustimmen. Vor diesem Hintergrund wird seitens der Netzbetreiber ein **Beginn der zweiten Phase des Projektes für April/Mai 2006** angestrebt, um bereits im Sommer 2006 mit den In-situ-Maßnahmen beginnen zu können.

Gemäß Projektzeitplan kann die zweite Phase nach 21 Monaten, also ca. im Februar 2008 abgeschlossen werden. Die dritte Phase des Projektes soll bereits nach Abschluss der Detailversuchsplanung im Mai 2007 beginnen.

Zusätzlich zu den vier Lenkungskreissitzungen während der II. Projektphase sollen mit den beteiligten Netzbetreibern vertiefende Themen-Workshops zu den einzelnen Fragestellungen durchgeführt werden. Grundsätzlich sollen die projektbeteiligten Netzbetreiber regelmäßig schriftlich über die Projektfortschritte informiert werden.

Bezeichnung		Zeitplan Phase II																					
		Monate																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Begleitende Untersuchungen																							
Produktauswahl																							
Dichtungssysteme																							
Injektion, Abdichtung																							
Abwinkelung																							
Verbesserung Vorreinigung																							
Verbesserung Nachbehandlung																							
Laborversuche																							
FE-Berechnungen																							
In-situ-Maßnahmen																							
Klimadaten																							
Sanierungsmaßnahmen																							
Kunststoff / Polymerbetonschächte																							
Protokollierung																							
Schachtmanagementsysteme																							
Schachteinsteigegehilfen																							
Endbericht																							
Lenkungskreissitzungen Teilergebnisse																							
Themen-Workshops																							
Großversuchsstand																							
Detailversuchsplanung																							
Sonderfragen																							
Schachtabstände																							
Schmutzfänger																							

Abb. 10: Projektzeitplan für die Umsetzung der zweiten Phase des Projektes

4 Fazit

Die in dem vorliegenden Bericht dargestellten Arbeitsergebnisse der ersten Projektphase bieten eine umfassende Grundlage für die weiteren Projektarbeiten und deren fundierte Kalkulation. Durch die intensive Zusammenarbeit mit den 23 Kanalnetzbetreibern des Projektbeirats „Abwasserschächte“ ist insbesondere die Praxisrelevanz des identifizierten Untersuchungsbedarfes sichergestellt. Das entsprechende Untersuchungsprogramm wurde ebenso mit dem Projektbeirat abgestimmt, so dass als Ergebnis der nun anstehenden In-situ- und Labor-Untersuchungen praxisorientierte Hilfestellungen für die derzeit offenen Fragestellungen der Kanalnetzbetreiber zu erwarten sind. Bereits im Vorfeld haben sich zahlreiche Netzbetreiber bereit erklärt, ihre Kanalnetze für die geplanten In-situ-Untersuchungen zur Verfügung zu stellen und für entsprechende Maßnahmen auch eigene finanzielle Mittel einzusetzen.

Als erstes konkretes Projektergebnis können die Kanalnetzbetreiber bereits jetzt die im Rahmen der ersten Projektphase erstellten Marktübersichten nutzen. Darüber hinaus stellt der im Rahmen der ersten Phase des Projektes erstellte Zustandsbildkatalog mit 51 typischen Referenzzustandsbildern einen ersten Schritt zur Erleichterung der Inspektion und fundierten Erfassung des Zustandes von Abwasserschächten in der Praxis dar.

5 Literatur

- [1] Stein D.; Falk, C.; Liebscher, M.: Sanierung schadhafter Schachtabdeckungen. IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur. Abschlussbericht, November 1995 (unveröffentlicht).
- [2] Stein D.; Falk, C.: Einsteigschächte für Abwasserkanäle, Entwicklung eines neuen Bau- und Sanierungsverfahrens für die Verbindung des Rahmens der Schachtabdeckung zum Schachthals. IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur. Abschlussbericht, Juni 1998 (unveröffentlicht).
- [3] Bosseler, B.; Bennerscheidt, C.: Eignungsprüfung von Verfahren zur Sanierung von Schachtabdeckungen; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, November 2002.
- [4] Bosseler, B.; Puhl, R.: Beschichtungsverfahren zur Sanierung von Abwasserschächten -Studie zu Qualitätseinflüssen und Einsatzgrenzen anhand von Praxis- und Laboruntersuchungen, IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, Februar 2005.
- [5] Bosseler, B.; Puhl, R.: Abwasserschächte -Überwachung, Prüfung und Sanierung-, Teil 1: Voruntersuchungen, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, Dezember 2006.
- [6] Ergebnisprotokoll der ersten Lenkungskreissitzung „Abwasserschächte“ am 13. September 2005 im IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen.
- [7] Ergebnisprotokoll der zweiten Lenkungskreissitzung „Abwasserschächte“ am 08. November 2005 im IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen.
- [8] Ergebnisprotokoll der dritten Lenkungskreissitzung „Abwasserschächte“ am 16. Februar 2006 im IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen.
- [9] Firmeninformation der TECTUS Transponder Technology GmbH, Moers; unter www.eleusis-plus.de, Januar 2006.
- [10] Firmeninformation der Bodemann GmbH Kommunal Service, Steinebach (A); unter www.bodemann.at, Januar 2006.
- [11] Firmeninformation der Ergelit Trockenmörtel und Feuerfest GmbH, Alsfeld, 2005.