Kurzbericht

zum Untersuchungs- und Entwicklungsvorhaben:

Kanalsanierung:
Entwicklung innovativer Konzeptionen und Verfahren zur Sanierung von öffentlichen und privaten Kanälen mit dem Schwerpunkt Grundstücksentwässerung

Einzelauftrag Nr. 4
„Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Sanierungsverfahren insbesondere in der Grundstücksentwässerung“

Vergabenummer 08-058/4

für das

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Aachen, Westerkappeln, im November 2014

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp
(Projektleiter)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainard Osebold
(Bevollmächtigter der Bietergemeinschaft)

Projektnehmer

Bevollmächtigter Vertreter ibb - Institut für Baumaschinen und Baubetrieb der RWTH Aachen Univ.-Prof. Dr.-Ing. R. Osebold Mies-van-der-Rohe-Str. 1 52074 Aachen Tel.: 0241 80 25140 Fax: 0241 80 22290 info@ibb.rwth-aachen.de www.ibb.rwth-aachen.de	Bearbeitung Dr.-Ing. J. Beyert Dipl.-Ing. G. Vosen
Projektleitung ISA -Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Pinnekamp Mies-van-der-Rohe-Str. 1 52074 Aachen Tel.: 0241 80 25207 Fax: 0241 80 22285 isa@isa.rwth-aachen.de www.isa.rwth-aachen.de	Bauass. Dipl.-Ing. S. Roder
Projektpartner Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft (FiW) e.V. an der RWTH Aachen Dr.-Ing. F.-W. Bolle Kackertstraße 15 – 17 52056 Aachen Tel.: 0241 80 26825 Fax: 0241 80 22825 fiw@ifiw.rwth-aachen.de www.fiw.rwth-aachen.de	Dipl.-Ing. B. Böttcher Dipl.-Ing. K. Genzowsky Dipl.-Ing. M. Siekmann Dipl.-Ing. I. Rokotyanskaya
INGENIEURBÜRO D.S.L. Bullerteichstraße 10 49492 Westerkappeln Tel.: 05404 95809 03 Fax: 05404 95809 05 info@ingenieurbuero-dsl.de www.ingenieurbuero-dsl.de	Dipl.-Ing. Frank Diederich
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH Malmedyer Str. 30 52066 Aachen Tel.: 0241 94623 13 Fax: 0241 94623 30 info@bueroberg.de www.bueroberg.de	Dipl.-Ing. Jürgen Gnädinger

Zitierhinweis:

Pinnekamp, J.; Roder, S.; Genzowsky, K.; Siekmann, M.; Böttcher, B.; Rokotyanskaya, I.; Beyert, J.; Vosen, G.; Gnädinger, J.; Diederich, F. (2014): Kurzbericht zum Forschungsvorhaben „Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Sanierungsverfahren insbesondere in der Grundstücksentwässerung“, gerichtet an das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV), AZ IV-7-042 600 004D, Vergabenummer 08-058/4

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung und Zielsetzung 2

2 Sanierungsverfahren für Grundstücksentwässerungs-anlagen..... 3

3 Untersuchungen zum Langzeitverhalten sanierter Grundstücksentwässerungsanlagen. 3

3.1 Schadensverteilung..... 4

3.2 Eingesetzte Sanierungsverfahren..... 5

3.3 Wiederholung der Dichtheitsprüfung an ausgewählten Objekten..... 6

4 Wirtschaftlichkeit von Sanierungsverfahren.....10

5 Qualitätssicherungsmaßnahmen.....14

6 Schlussfolgerungen.....15

7 Literaturverzeichnis 16

8 Anhang.....17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3—1: Anteil der Schadensbilder an Grundstücksentwässerungsleitungen im Untersuchungsgebiet 5

Abbildung 3—2: Anwendungshäufigkeit unterschiedlicher Sanierungsverfahren bezogen auf die sanierte Leitungslänge (WBG A links, WBG B rechts) 5

Abbildung 3—3: Prozentualer Anteil der Eigentümer an den sanierten und TV-untersuchten Leitungslängen je Sanierungsverfahren 6

Abbildung 3—4: Summenlinie zur Häufigkeitsverteilung aller bei der Wiederbefahrung sanierter Teilabschnitte entdeckten Schäden je Objekt 7

Abbildung 3—5: Zustandsklassifizierung unterteilt nach Sanierungsverfahren 8

Abbildung 3—6: Gegenüberstellung der Zustandsklassifizierung je Sanierungsunternehmen 9

Abbildung 3—7: Graphische Zusammenstellung der Ergebnisse der Wiederbefahrung für das Objekt 5AXI-V-V-XI (24) 10

Abbildung 4—1: Jahreskosten von Reparaturverfahren nach Nutzungsdauer auf Basis der untersuchten Objekte 11

Abbildung 4—2: Investitionszeitpunkte unterschiedlicher Sanierungsverfahren 11

Abbildung 4—3: Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Sanierungsverfahren über einen Betrachtungszeitraum von 80 Jahren 12

Abbildung 4—4: Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Sanierungsverfahren über einen Betrachtungszeitraum von 80 Jahren unter Berücksichtigung der gesetzlichen Inspektionsintervalle 13

Abbildung 4—5: Änderung der Barwerte der Reinvestitionskosten in Abhängigkeit zu einer Verlängerung der absoluten Nutzungsdauer 13

Abbildung 4—6: Einsparpotential der Sanierungskosten durch eine Qualitätssicherung ...14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3—1: Grundlagendaten der statistischen Auswertung 4

Danksagung

Für eine gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit und für die zur Verfügung gestellten Objektdaten bedanken wir uns ganz herzlich bei den beiden beteiligten Wohnungsbaugesellschaften. Als besonders positiv haben wir ihre Bereitschaft, uns als Ansprechpartner für Rückfragen stets zur Verfügung zu stehen und die immerzu freundliche und kompetente Beantwortung unserer Fragen empfunden.

Wir bedanken uns bei der Firma Kanalprofi GmbH für die gelungene Zusammenarbeit bei der erneuten Dichtheitsprüfung bereits sanierter Leitungen im Rahmen dieses Projektes.

Weiterhin möchten wir uns bei den Unternehmen bedanken, die an unserer Befragung beim deutschen Schlauchlinertag 2011 in Bonn teilgenommen haben.

Darüber hinaus danken wir Herrn Dr. Robert Thoma † (Gutachtersozietät Dres. Kaufmann, Thoma und Kollegen) und Herrn Christoph Pöllmann (PCI | PÖLLMANN CONSULTING INTERNATIONAL) für die redaktionelle und fachliche Begleitung der Vorhabens.

1 Veranlassung und Zielsetzung

Das Wasserhaushaltsgesetz erklärt die Überwachung von Zustand und Funktionsfähigkeit aller Abwasserleitungen in §§ 60 und 61 WHG zur verbindlichen Grundpflicht jedes Eigentümers. Nordrhein-Westfalen konkretisiert diese Verpflichtung im Landeswassergesetz (§ 53 (1e) LWG NRW, 1995) und der Selbstüberwachungsverordnung Abwasser (SüwVo Abwasser, 2013). Die abwasserbeseitigungspflichtige Kommune kann darüber hinaus durch Satzung Fristen für die Prüfung von Haus- und/oder Grundstücksanschlüssen festlegen. Schäden, welche bei der Zustands- und Funktionsprüfung entdeckt werden, sind unter Berücksichtigung des Schadensbildes innerhalb angemessener Fristen zu beheben (§ 60 Abs. 2 WHG, 2009). Weitere Anforderungen, beispielweise an die Wahl des Sanierungsverfahrens oder des Sanierers, bestehen von Seiten des Gesetzgebers nicht.

Kaltenhäuser et al. (2005) stellten fest, dass qualitative Mängel bei den zur Sanierung zur Verfügung stehenden Produkten auftreten. Diese sind laut Kaltenhäuser et al. (2005) im Verantwortungsbereich der Produkthersteller zu verorten. Müller (2011) beschreibt, dass selbst bei angekündigten qualitativen Prüfungen von Schlauchlinern gravierende Mängel aufgedeckt wurden, sobald die Prüfergebnisse der eingebauten Materialien mit den Angaben in deren DIBt-Zulassung verglichen wurden. Immer wieder werden Lockangebote mancher unseriöser Sanierungsanbieter (sog. „Kanalhaie“) bekannt, was den Eindruck qualitativer Defizite bei der Vorbereitung und Durchführung von Sanierungsmaßnahmen noch verstärkt.

Dieses Forschungs- und Entwicklungsvorhaben untersucht bereits sanierte private Abwasseranlagen auf ihre Qualität. Dazu werden Unterlagen verschiedener Eigentümer zu ihren Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA) ausgewertet, um anschließend gezielt einzelne sanierte GEA erneut auf Dichtheit zu überprüfen. Außerdem werden bereits vorhandene Qualitätssicherungsinstrumente auf deren Verbreitung, Akzeptanz und Wirksamkeit untersucht. Ziel ist es, Empfehlungen für qualitätssteigernde Maßnahmen und Qualitätssicherungsinstrumente abzuleiten. Diese Empfehlungen dienen der Vermeidung von unnötigen Kosten für Doppelsanierungen und dem Schutz der Umwelt. Doppelsanierungen aufgrund mangelhafter erster Sanierungen belasten entweder die Sanierungsunternehmen (wenn das Defizit vor dem Ende der Gewährleistung festgestellt wird) oder die Eigentümer (Schadensfeststellung nach Ende der Gewährleistung). Erfolgt keine Reklamation innerhalb der Gewährleistungsfrist, besteht trotz Sanierung weiterhin eine Verschmutzungsgefahr für Grundwasser und Boden oder für einen übermäßigen Fremdwasserzulauf infolge undichter Leitungen.

Ergänzend wird im Rahmen dieses Vorhabens ein Qualitätssicherungs-Handbuch (QS-Handbuch) zusammengestellt, welches Eigentümern, Kommunen und Auftragnehmern in sehr kurzer übersichtlicher Form sachdienliche Hinweise zu Qualitätssicherungsinstrumenten für alle Einzelschritte der Sanierung einer GEA liefert.

2 Sanierungsverfahren für Grundstücksentwässerungsanlagen

Im Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben werden vor dem Hintergrund gesetzlicher und normativer Grundlagen zur Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen die am Markt eingesetzten Sanierungsverfahren für Grundstücksentwässerungsanlagen mithilfe kurzer Steckbriefe zusammengestellt. Die Zuordnung der verschiedenen Verfahren zu den Oberkategorien „Reparatur“, „Renovierung“ und „Erneuerung“ erfolgt in Anlehnung an das Merkblatt ATV-DVWK-M 143-1. Je Sanierungsverfahren werden Nutzungsdauern angegeben. Diese stammen aus unterschiedlichen Quellen und sollen die Bandbreite der zum Teil in Laborversuchen oder durch Hochrechnungen ermittelten Nutzungsdauern wiedergeben.

Anwendungshäufigkeiten der verschiedenen Sanierungsverfahren können u.a, der sechsten DWA-Umfrage zum Zustand der Kanalisation aus dem Jahr 2009 entnommen werden, obwohl hier vornehmlich Aussagen zum öffentlichen Kanalnetz getroffen werden. Der Kenntnisstand zum Zustand der Grundstücksentwässerung ist bisher gering, da die Kommunen für die Instandhaltung privater Leitungen nicht zuständig sind (Berger, Falk, 2011). Einzelne Stadtentwässerungsbetriebe haben allerdings eigene Statistiken veröffentlicht (z.B. Ballweg, 2010). Ein Vergleich der im Rahmen dieses Forschungsprojekts ermittelten Verteilungen bei zwei Eigentümern mit einer Vielzahl von Objekten und Literaturangaben zeigt, dass sich die Präferenzen des Planers für einzelne Sanierungsverfahren unmittelbar auf die zur Anwendung kommenden Sanierungsverfahren auswirken. Die geringe Datengrundlage lässt aber keine Aussage darüber zu, welche Sanierungsverfahren bei der Grundstücksentwässerung grundsätzlich im Landes- oder Bundesdurchschnitt bevorzugt werden.

3 Untersuchungen zum Langzeitverhalten sanierter Grundstücksentwässerungsanlagen

Zwei Wohnungsbaugesellschaften (WBG A und WBG B) haben in den letzten 10 Jahren eine Vielzahl von GEA durch unterschiedliche Firmen auf Dichtheit prüfen und von ggf. anderen Firmen überplanen und sanieren lassen. WBG A mit mehr als 50.000 Wohnungen in NRW hat sich gesellschaftsintern entschieden, eine Fachkraft zur Qualitätssicherung der Sanierung einzustellen, die das Zusammenwirken des Eigentümers mit Ingenieurbüros und Bauunternehmen koordiniert.

WGB B mit fast 100.000 Wohnungen in NRW hat zur zeitnahen Abwicklung der Dichtheitsprüfung die gesamte Prüfung, Sanierungsplanung und die Sanierung losweise ausgeschrieben. Beauftragt wurden Ingenieurbüros oder Sanierungsfirmen. Diese wickelten Planung, Untersuchung und Sanierung aller Objekte im jeweiligen Los ab.

Für dieses Forschungsvorhaben stellten die Eigentümer Daten von insgesamt 178 sanierten Grundstücken zur Auswertung zur Verfügung. Diese Datensätze enthalten (soweit vorhanden) Unterlagen zur Dichtheitsprüfung, Schadensklassifikation, Sanierungsplanung und -durchführung sowie eine Aufstellung aller Kosten. Die Grundgesamtheit der zur Verfügung stehenden Daten wurde zur weiteren statistischen Auswertung in eine Datenbank überführt. Anschließend wurden 35 Grundstücke ausgewählt und hinsichtlich der Sanierungsqualität überprüft. Dies geschah durch Kamerabefahrung und zum Teil durch abschnittsweise Dichtheitsprüfung. An besonders markanten Stellen wurden darüber hinaus sieben Materialproben entnommen.

3.1 Schadensverteilung

Bei allen untersuchten Grundstücken handelt es sich um Gebäude, welche zwischen 1900 und 1972 errichtet und deren Grundstücksentwässerungsanlagen zwischen 2004 und 2010 optisch inspiziert wurden. Bei den untersuchten Gebäuden aus den Beständen der Wohnungsbaugesellschaften handelt es sich um kleine und mittlere Mehrfamilienhäuser zu deren Entwässerung überwiegend Steinzeug- (60 %) und Graugussrohre (15 %) genutzt werden. Ab 1950 wurden zum Teil auch PVC-Rohre (8 %) verbaut. Weitere grundlegende Charakteristika sind in Tabelle 3—1 dargestellt.

Tabelle 3—1: Grundlagendaten der statistischen Auswertung

	Gesamterhebung	WGB A	WBG B
Anzahl erfasster Grundstücke	178 (172 vollständig ausgewertet)	65 %	35 %
Anzahl erfasster Leitungen[1]	1.243	78 %	22 %
Gesamt-Leitungslänge	7.920 m	56 %	44 %
Erfasste Schadensmerkmale	6.517	75 %	25 %

Bei einem Großteil der durch die Eigentümer erfassten Schäden handelt es sich um Lageabweichungen (>64 %). Brüche, Abflusshindernisse. Risse und Verschleiß bilden mit jeweils unter 10 % einen vergleichsweise geringen Anteil (s. Abbildung 3—1). Das Schadensbild ist bei beiden Wohnungsbaugesellschaften sehr ähnlich - trotz unterschiedlicher Vorgehensweise bei der Untersuchung.

Die Schadensdichte liegt bei den Leitungen der WBG zwischen drei bis zehn Schäden pro Leitung bzw. 0,5-1,5 Schäden pro Meter, wobei WBG B hierbei eine um den Faktor 2 höhere Schadensdichte aufweist als WBG A. Die meisten der insgesamt untersuchten Leitungen

[1] Als Leitung wird an dieser Stelle ein Rohrabschnitt zwischen zwei Kotenpunkten definiert. Im Durchschnitt liegt die Leitungslänge bei 5-8 m.

weisen inklusive möglicher Unterbögen bis zu fünf (60 %) bzw. bis zu zehn Schäden (90 %) pro Leitung auf. Es wurden jedoch auch Leitungen mit über 25 Schäden festgestellt.

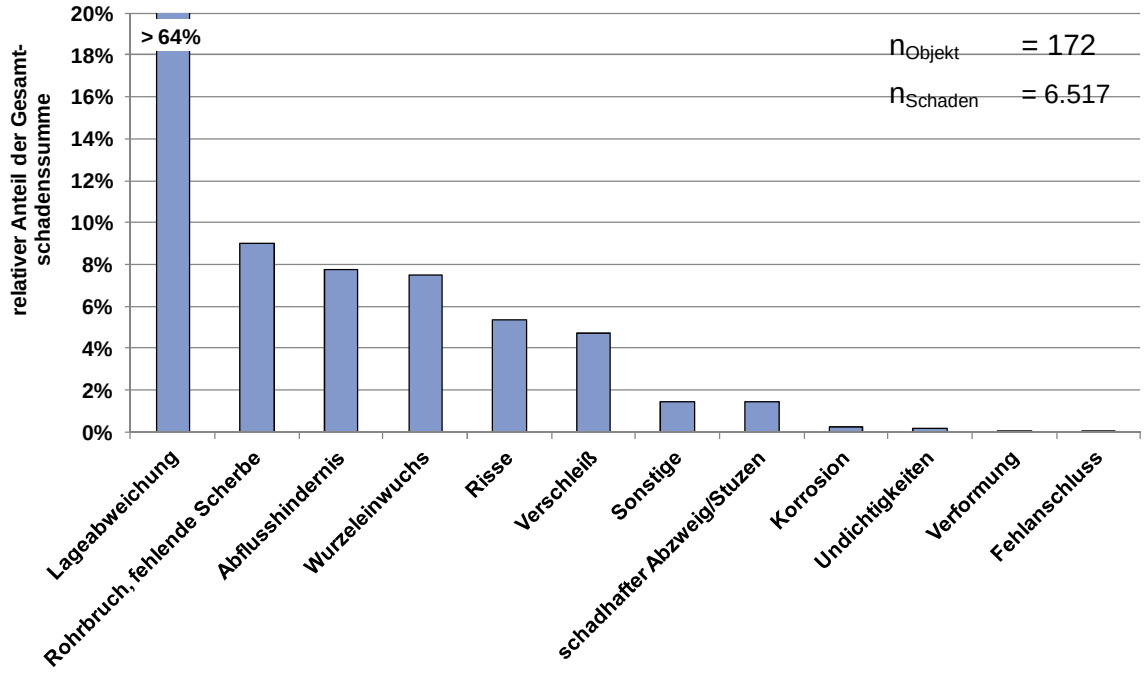

Abbildung 3—1: Anteil der Schadensbilder an Grundstücksentwässerungsleitungen im Untersuchungsgebiet

3.2 Eingesetzte Sanierungsverfahren

Anhang der Inspektionsergebnisse veranlassten die WBG Sanierungsmaßnahmen. Bei WBG B haben einige Auftragnehmer ganze Sanierungsgebiete (Straßenzüge) zusammengefasst und komplett mit einem Sanierungsverfahren saniert. Somit ist das Spektrum der Sanierungsverfahren bei WBG B sehr reduziert. Einen Vergleich der gewählten Sanierungsverfahren ermöglicht Abbildung 3—2.

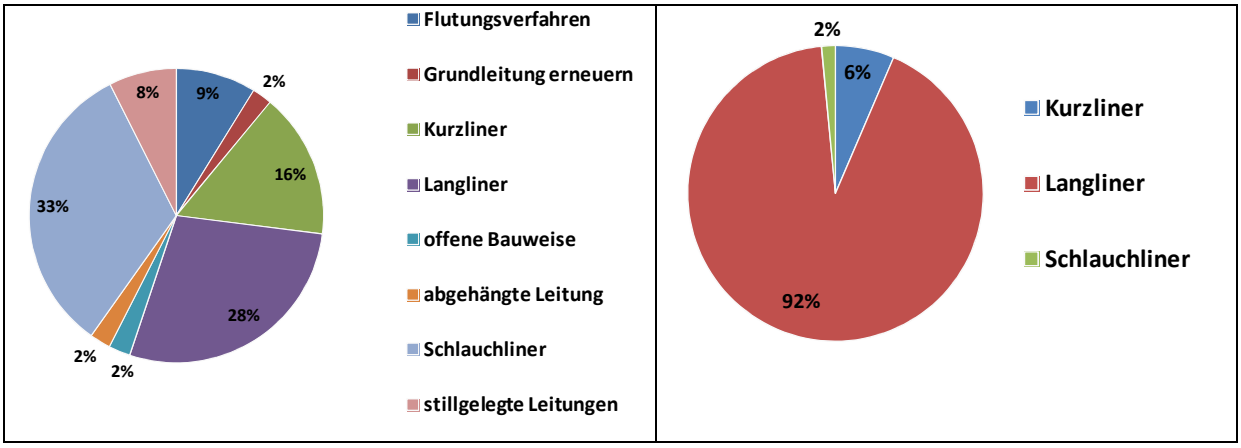

Abbildung 3—2: Anwendungshäufigkeit unterschiedlicher Sanierungsverfahren bezogen auf die sanierte Leitungslänge (WBG A links, WBG B rechts)

3.3 Wiederholung der Dichtheitsprüfung an ausgewählten Objekten

Nach einer beschränkten Ausschreibung wurden im Zuge des Forschungsvorhabens 35 ausgewählte GEA erneut optisch inspiziert. 870,20 m der insgesamt 1525,80 m TV-untersuchten GEA waren zuvor zu unterschiedlichen Zeitpunkten saniert worden. Mit dieser Sanierung waren insgesamt 128,90 m GEA stillgelegt worden.

Dichtheitsprüfungen von ausgewählten Leitungsabschnitten wurden im Wesentlichen mit Luftdruck durchgeführt. In sieben Häusern wurde außerdem jeweils ein Probestück aus dem Grundleitungsnetz unter dem Kellerboden entnommen. Diese Probenentnahme erfolgte um die Qualität der durchgeführten Sanierungen auch im Labor überprüfen zu können.

Abbildung 3—3 verdeutlicht, dass im Durchschnitt 63 % der sanierten und erneut optisch inspizierten Leitungen im Eigentum der WBG A liegen

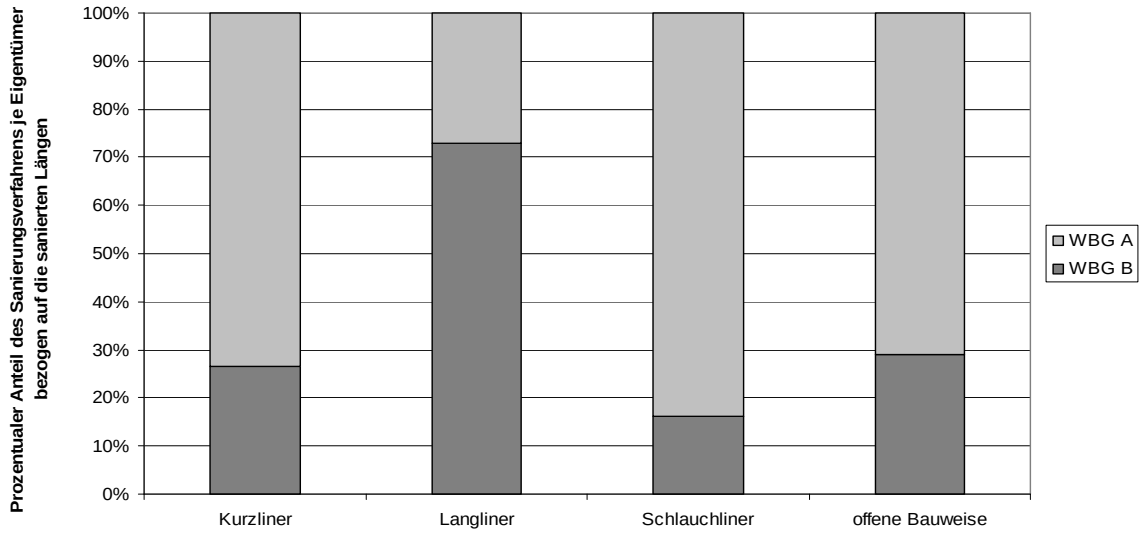

Abbildung 3—3: Prozentualer Anteil der Eigentümer an den sanierten und TV-untersuchten Leitungslängen je Sanierungsverfahren

Insgesamt wurden mithilfe der Videodokumentation auf diesen sanierten Streckenabschnitten 135 Zustandskodierungen zur Klassifizierung der inspizierten Leitungen vergeben. Die Merkmalkodierung wurde in Anlehnung an das DWA-M 149-2 (2006) vorgenommen. Die Verteilung der Merkmalskodierungen je Objekt ist Abbildung 3—4 zu entnehmen.

Dabei ist zu erkennen, dass bei ca. 50 % der Grundstücksentwässerungsanlagen mehr als drei schadhafte Stellen in sanierten Teilabschnitten vorzufinden sind. Nur drei sanierte Objekte und deren Grundstücksentwässerungsanlagen waren optisch einwandfrei. Überschlägig wurden damit bei ca. 50 % der sanierten Leitungslängen Kodierungen zur Zustandsklassifizierung vergeben (135 Schäden auf 433,60m sanierter Länge). Für diese Betrachtungsweise wird jeder sanierte Leitungsabschnitt (z.B. ein Kurzliner von 1,2 m Länge

+ ein Schlauchliner von 2,6m Länge + … = 433,60m) zusammenaddiert, der ein oder mehrere Merkmalskodierungen aufweist.

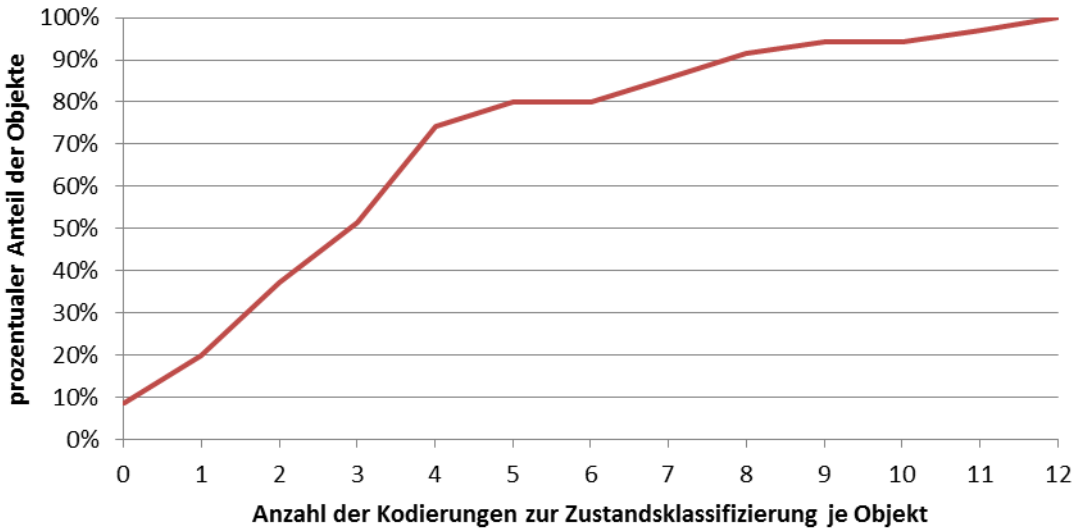

Abbildung 3—4: Summenlinie zur Häufigkeitsverteilung aller bei der Wiederbefahrung sanierter Teilabschnitte entdeckten Schäden je Objekt

Abbildung 3—5 zeigt die Zustandskodierung je Sanierungsverfahren. Besonders häufig sind die Merkmale „Unterbogen“ und „Verfärbung“. „Unterbögen“ resultieren bei allen Linern wahrscheinlich bereits aus einem Unterbogen im Ausgangszustand, welcher mit diesen Verfahren nicht behoben werden kann. „Verfärbungen“ werden nach Analyse einzelner Materialproben im Labor insbesondere durch Pilze und Bakterien hervorgerufen. Die nächst kleinere Säule beschreibt die Anzahl der Beulen in Linern bezogen auf die jeweils damit sanierten Abschnittslängen. Die meisten Beulen resultieren z.B. aus Ablagerungen, die mit dem Inliner überdeckt wurden. Nicht ausreichende Reinigung des Altrohres oder punktuelle Infiltration können Ursachen sein. “Materialablösungen“ treten insbesondere in Schlauch- und Kurzlinern auf. Hierbei handelt es sich um deutlich zu erkennende „Löcher“ im sanierten Abschnitt, welche wahrscheinlich auf starke mechanische Belastungen oder Materialermüdung zurückzuführen sind. Die weiteren Kodierungsmerkmale wie „fransige Ausführung“ und „mangelhafte Einbindung“ können unmittelbar zur Hinterläufigkeit und damit zur Undichtigkeit des sanierten Abschnittes führen. Dass bei Kurzlinern keine mangelhafte Einbindung festzustellen war, liegt daran, dass dieses Sanierungsverfahren nie über einen zu öffnenden Zulauf hinweg eingesetzt wird.

Beim Vergleich der verschiedenen Sanierungsverfahren ist zu erkennen, dass das Kurzliner-verfahren durchgängig die höchste Anzahl an Merkmalkodierungen im Vergleich zu allen anderen Verfahren aufweist. Bei den Linerverfahren folgt dann das Schlauchlinerverfahren. Die wenigsten Veränderungen treten beim Langliner auf. Bei der offenen Bauweise treten lediglich Verfärbungen und Beulen auf, diese allerdings in hoher Ausprägung.

Die Mittelwerte der Merkmalverteilung unterscheiden sich zwischen WBG A und B nur unwesentlich um 0,007 Merkmalkodierungen/sanierte Länge (WGB A/WBG B = 0,025/0,018 Merkmalkodierungen/sanierte Länge).

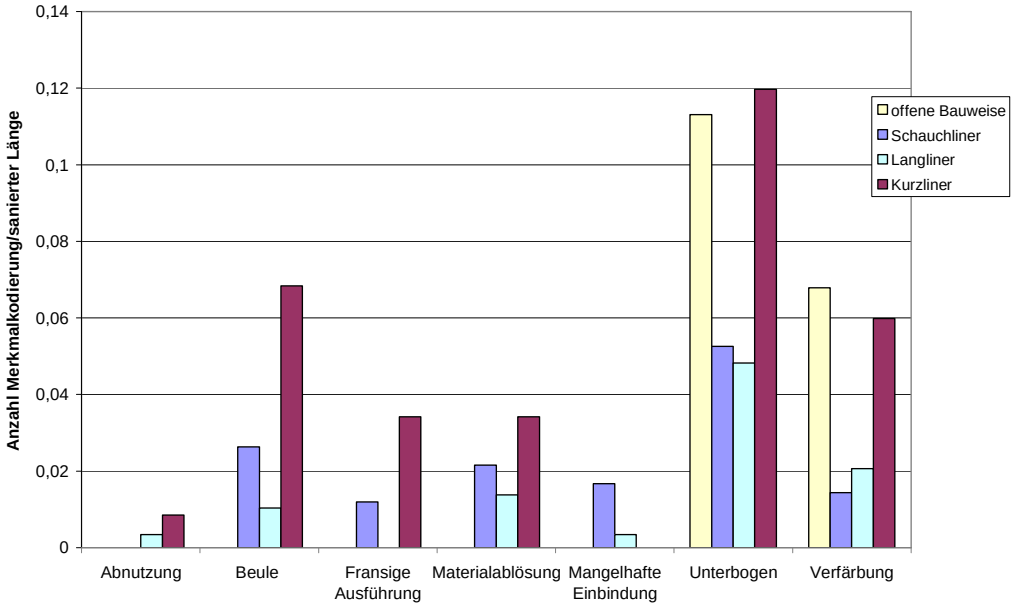

Abbildung 3—5: Zustandsklassifizierung unterteilt nach Sanierungsverfahren

Dem Vergleich der sieben beteiligten Sanierungsunternehmen dient Abbildung 3—6. Die Darstellung ist sortiert nach den Mittelwerten des Verhältnisses Merkmalkodierungen/sanierter Länge je Unternehmen (Mittelwert Merkmalkodierungen/sanierter Länge VII < I < IV < III < V< II <VI). Aus diesen Mittelwerten lässt sich erkennen, dass das Verhältnis Merkmalskodierungen/sanierter Länge beim Unternehmen VI drei Mal so groß wie der des Sanierungsunternehmens VII ist (VII/VI = 0,01/0,037 Merkmalskodierungen/sanierter Länge). Für eine qualitativ hochwertige Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen scheint der Einfluss des Sanierungsunternehmens deutlich größer zu sein als der Einfluss des Auftraggebers bzw. Eigentümers (vgl. Langfassung). Es sollte geprüft werden, ob sich diese Aussage bestätigen lässt, wenn die Untersuchungen an mehr als zwei Eigentümern hätten durchgeführt werden können.

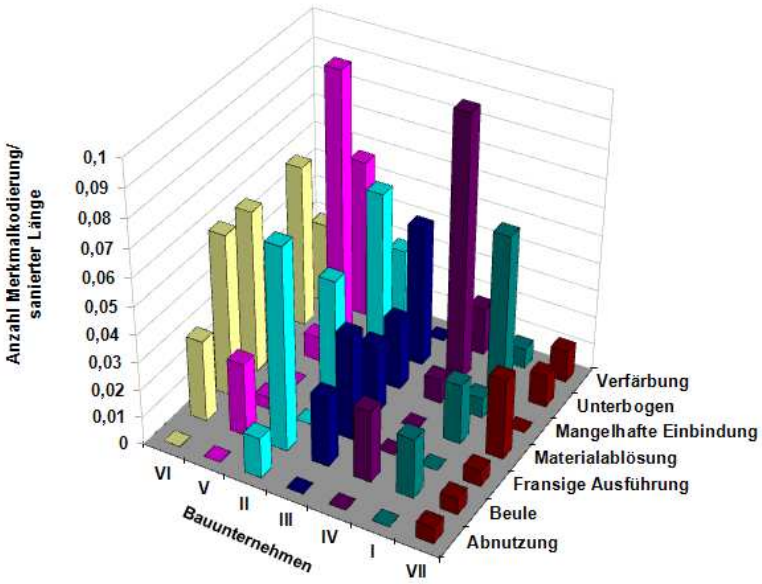

Abbildung 3—6: Gegenüberstellung der Zustandsklassifizierung je Sanierungsunternehmen

Neben der optischen Prüfung erfolgte auch eine physikalische Dichtheitsprüfung (gemäß ATV-143, Teil 6 (1998)) bei insgesamt 49 Abschnitten per Luftdruck und bei 8 per Wasserdruck. Nur ca. 37 % (Luft) bzw. 38 % (Wasser) der getesteten sanierten Leitungsabschnitte konnten diese Prüfung bestehen. Bei der Luftdruckprüfung spielt es dafür keine Rolle, ob der Übergang zum Altrohr geprüft wird oder nicht. Bei der Wasserdruckprüfung ist hier kein eindeutiger Trend festzustellen. Allerdings ist der Probenumfang auch sehr gering, da nur vier Proben mit Wasserdruck an sanierten Abschnitten durchgeführt wurden.

Der Vergleich der Ergebnisse der optischen und physikalischen Dichtheitsprüfungen zeigt, dass hier kein unmittelbarer Zusammenhang besteht (vgl. exemplarisch Abbildung 3—7, weitere Abbildungen in der Langfassung).

Die Untersuchung der im Rahmen des Forschungsprojektes entnommenen Probestücke lässt unterschiedliche Fehlerquellen bei der Sanierung mit vor Ort hergestellten Lining-Produkten wie Schlauch- und Kurzlinern erkennen.

Bei den Schlauchlinerproben aus Bogenstücken werden Faltenbildungen erkannt, deren Größe in beiden Probestücken deutlich über den in den jeweiligen DIBt-Zulassungen vorgegebenen Werten liegt. Bei ausführlicher Vorplanung und fachlich korrekter Ausführung des Bauverfahrens ist die Ausprägung der Faltenbildung in einem gewissen Umfang beherrschbar. Bei Überschreitung der vorgeschriebenen Grenzwerte für Maß und Verteilung der Falten ist mit betrieblichen Einschränkungen zu rechnen.

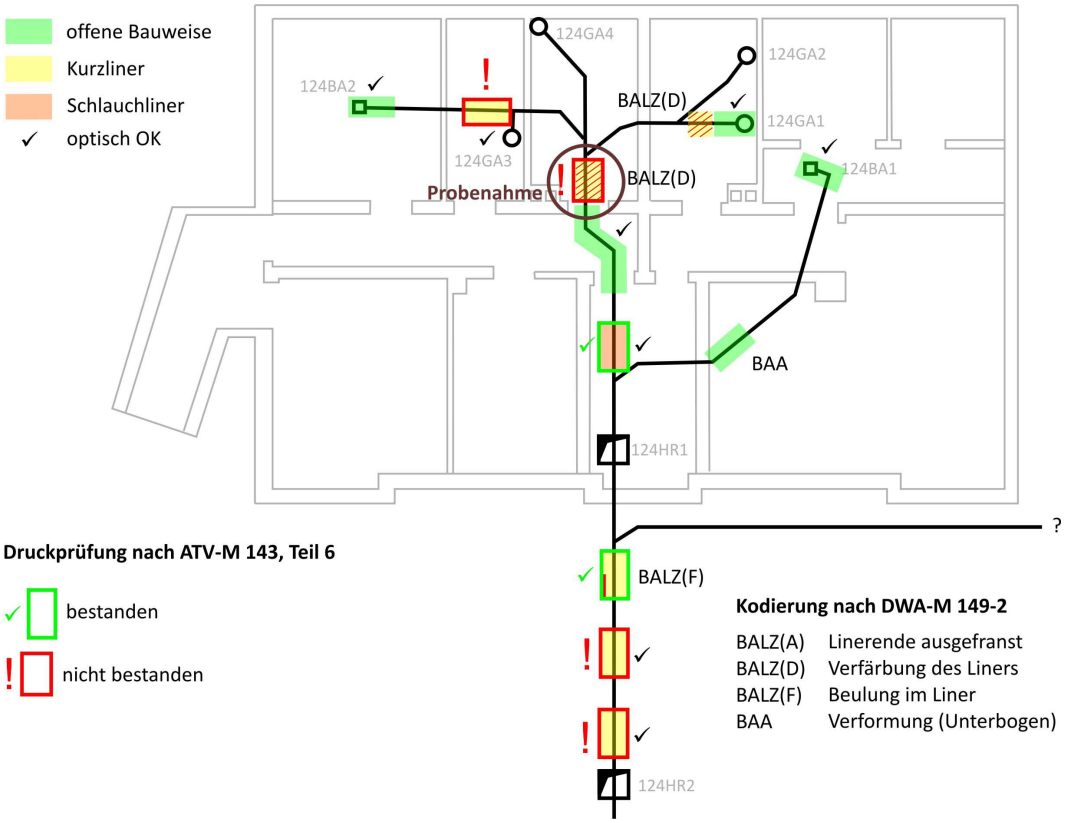

Abbildung 3—7: Graphische Zusammenstellung der Ergebnisse der Wiederbefahrung für das Objekt 5AXI-V-V-XI (24)

Bei der Betrachtung der statischen Eigenschaften aller Proben fällt auf, dass die Messreihen innerhalb einer Probe zum Teil stark voneinander abweichen. Dies betrifft nicht nur die erreichte Bruchkraft, sondern auch den Verlauf der Messkurven. Insgesamt lassen die Unterschiede der Bruchkraftniveaus der Kurzliner und Schlauchliner jeweils untereinander sowie in der Gesamtbetrachtung keine eindeutige Zuordnung in die eine oder andere Gruppe der Sanierungsverfahren zu. Auch der Zusammenhang zwischen Dichte, Glasgehalt und den Ergebnissen aus den Drei-Punkt-Biegeversuchen lässt sich nach den erfolgten Prüfungen und der begrenzten Anzahl an Probestücken nicht eindeutig darstellen.

Diese Untersuchungsergebnisse und weitere Materialtests der Stichproben lassen den Schluss zu, dass der derzeitige Qualitätsstandard bei Kurz- und Schlauchlinern aufgrund der mangelhaften Ausführung oft unzureichend ist und die Nutzungsdauern in einem breiten Schwankungsbereich liegen werden.

4 Wirtschaftlichkeit von Sanierungsverfahren

Die Gesamtwirtschaftlichkeit einer Sanierung ist von den Investitionskosten und von der Nutzungsdauer abhängig. Quantifiziert werden kann dieser Zusammenhang über die Jahreskosten einer Investition. Abbildung 4—1 zeigt die spezifischen Jahreskosten (ohne weitere Kosten wie beispielsweise die Befahrungskosten) von drei Reparaturverfahren auf Basis der Datenerhebung in diesem Projekt und einer (fiktiven) durchschnittlichen

Nutzungsdauer von fünf bis zehn Jahren. Abhängig von der Qualität der Ausführung schwankt die Nutzungsdauer, was zu deutlichen Unterschieden hinsichtlich der Jahreskosten führen kann. Weitere Sanierungsverfahren und die jeweils zugrunde gelegten Kosten können der Langfassung entnommen werden.

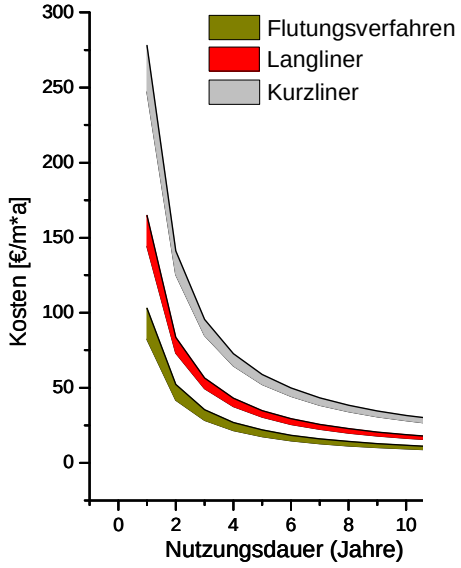

Abbildung 4—1: Jahreskosten von Reparaturverfahren nach Nutzungsdauer auf Basis der untersuchten Objekte

In einer weiteren Kostengegenüberstellung werden für jede Sanierung eine kontinuierliche Reinvestition mit immer demselben Sanierungsverfahren nach Ablauf der jeweiligen Nutzungsdauer angesetzt (Abbildung 4—2). Hierbei handelt es sich um eine theoretische Darstellung der Kosten, da unter technischen Gesichtspunkten eine achtfache Reparatur bzw. vierfache Renovierung einer Grundstückentwässerungsanlage zweifelhaft ist. Diese Betrachtung soll jedoch die Kostenrelationen unter Berücksichtigung des zeitlichen Horizonts verdeutlichen.

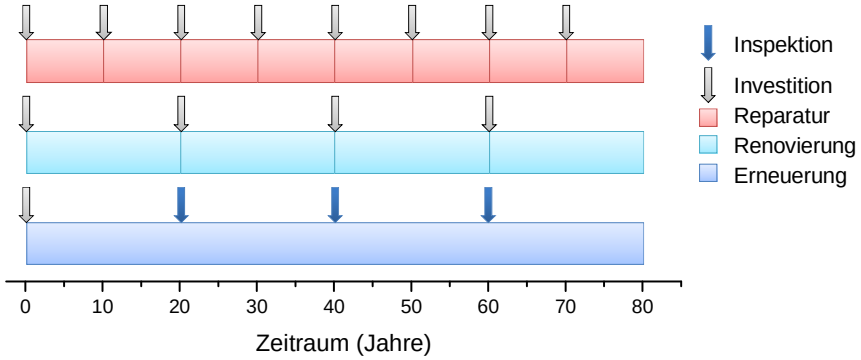

Abbildung 4—2: Investitionszeitpunkte unterschiedlicher Sanierungsverfahren

Resultierend aus den hier angenommenen Investitionszeitpunkten sind die Kostenbarwerte für den gesamten Zeithorizont in Abbildung 4—3 dargestellt (Höhe der angesetzten Sanierungskosten: s. Langfassung). Über einen Zeithorizont von 80 Jahren ist eine

progressive Kostenverteilung von den Erneuerungsverfahren (5.000-8.000 €) über die Renovierungsverfahren (8.000-11.000 €) zu den Reparaturverfahren (15.000-26.000 €) zu erkennen. Bezogen auf die jährliche Belastung entspricht dies Jahreskosten zwischen 200 und 800 €/a.

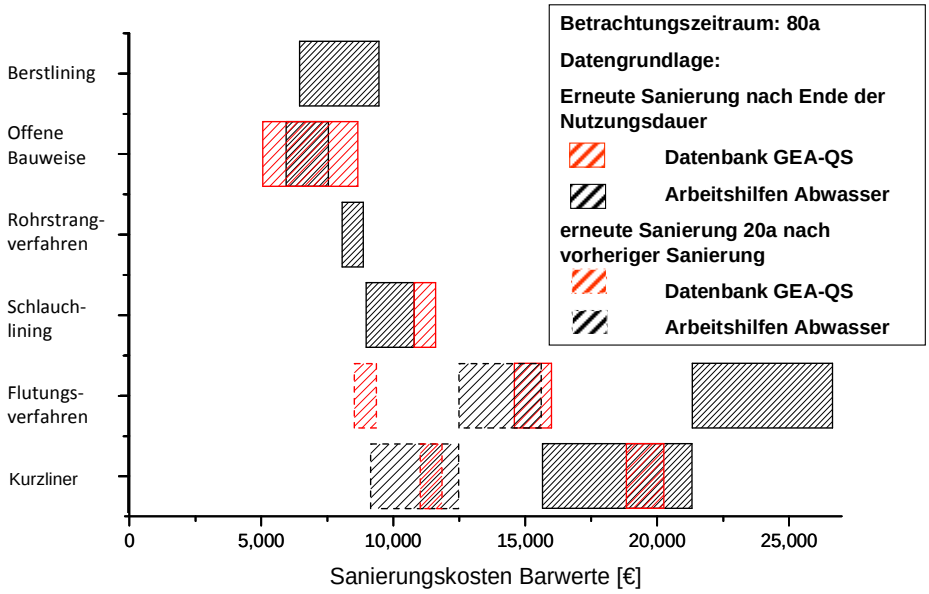

Abbildung 4—3: Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Sanierungsverfahren über einen Betrachtungszeitraum von 80 Jahren

Reparaturkosten sind von der relativ kurzen Nutzungsdauer abhängig, da angenommen wird, dass nach Ablauf der Nutzungsdauer eine erneute Sanierung stattfindet. Diese Kosten ändern sich, wenn aufgrund eines 20 jährigen Inspektionsintervalls die Reinvestition frühestens nach Ablauf dieser Frist erfolgt. In Abbildung 4—4 sind Sanierungskostenbarwerte unter der Prämisse dieses 20 jährigen Inspektionsintervalls dargestellt. Es ist zu sehen, dass die Reparaturverfahren (gestrichelte Linie) unter diesen Voraussetzungen deutlich günstiger dargestellt werden können. Daher wäre zu prüfen, ob ein Inspektionsintervall nicht auch an eine verpflichtende, aber realistische Mindestnutzungsdauer der Sanierung gekoppelt sein muss.

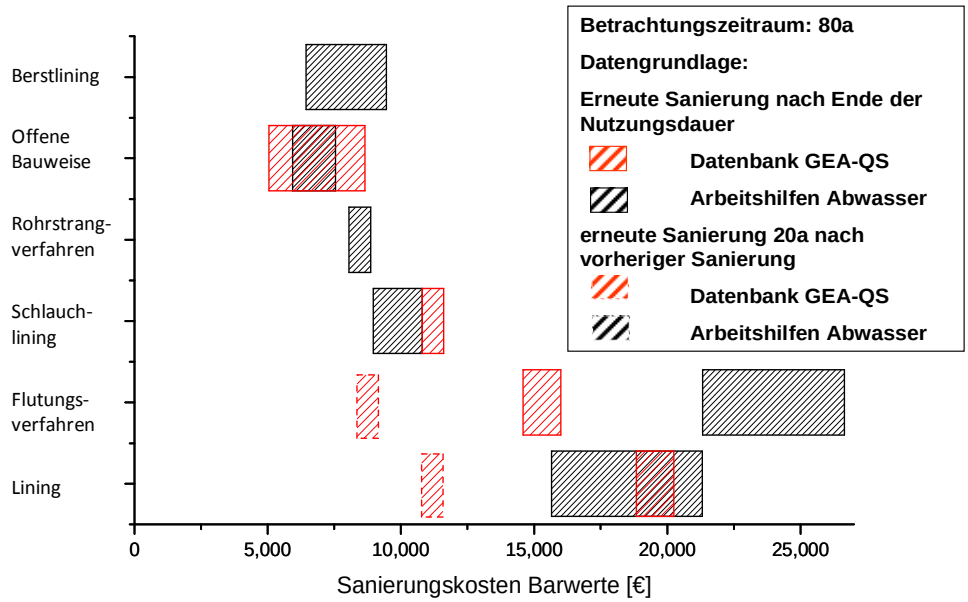

Abbildung 4—4: Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Sanierungsverfahren über einen Betrachtungszeitraum von 80 Jahren unter Berücksichtigung der gesetzlichen Inspektionsintervalle

Mithilfe von Qualitätssicherungsmaßnahmen (z.B. durch ingenieurtechnische Begleitung) könnten optimierte Nutzungsdauern erreicht werden. Außerdem können durch gute Planung und so tatsächlich bedarfsgerechte Sanierung Fehlinvestitionen vermieden werden. Der wirtschaftliche Vorteil einer längeren Nutzungsdauer kann mittels des späteren Reinvestitionszeitpunktes quantifiziert werden.

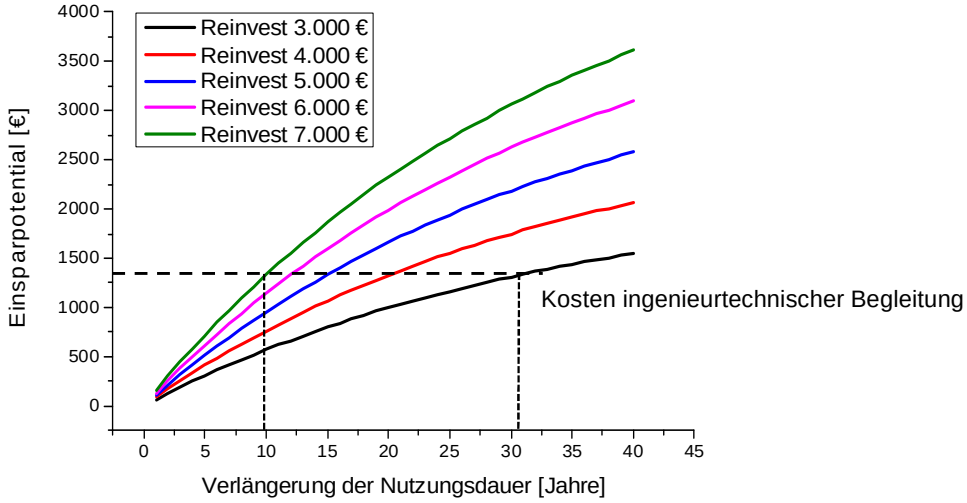

Abbildung 4—5: Änderung der Barwerte der Reinvestitionskosten in Abhängigkeit zu einer Verlängerung der absoluten Nutzungsdauer

In Abbildung 4—5 ist zu erkennen, dass die Kosten für eine ingenieurtechnische Begleitung durch eine Verbesserung der Nutzungsdauer von 10 bis 30 Jahren amortisiert werden können, wobei dies natürlich auch vom erwarteten Reinvestitionsvolumen abhängig ist. Da

die verwendeten Nutzungsdauern im publizierten Schwankungsbereich aktuell eingesetzter Sanierungsverfahren liegen, ist dieses Optimierungspotential als realistisch einzustufen.

Neben der Nutzungsdauer können ebenfalls Einsparungen durch Planungsoptimierung berücksichtigt werden. Abbildung 4—6 zeigt, dass ab einem Investitionsvolumen von 3.000 € bei einer Kosteneinsparung von 40 % eine Wirtschaftlichkeit dargestellt werden kann. Bei steigenden Investitionskosten können so auch schon anteilig geringe Einsparungen wirtschaftlich vorteilhaft dargestellt werden.

Bei der wirtschaftlichen Gesamtbewertung der Qualitätssicherung überlagern sich diese beiden Potentiale und müssen in der Summe betrachtet werden. Insbesondere bei niedrigen Sanierungskosten sind die einzelnen Einsparaspekte aber nicht wirtschaftlich darstellbar.

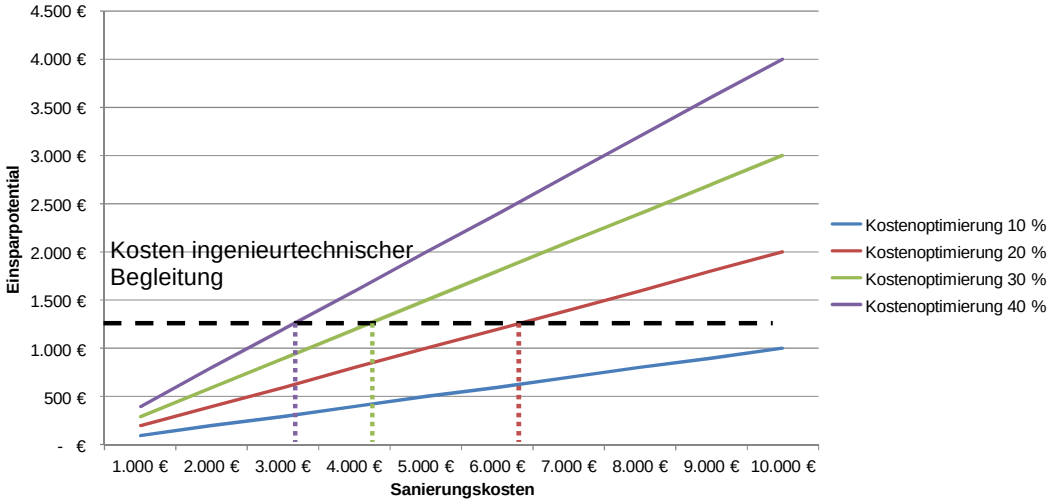

Abbildung 4—6: Einsparpotential der Sanierungskosten durch eine Qualitätssicherung

5 Qualitätssicherungsmaßnahmen

Qualitätssicherung kann und sollte auf verschiedenen Ebenen betrieben werden, Dabei können organisatorische und technische Ebene unterschieden werden. Die Langfassung des Schlussberichts enthält einen kurzen Überblick über besonders gelungene organisatorische Ansätze, weitere technische Normen, Merkblätter und Hinweise, die bei der Sanierung zu beachten sind sowie Zertifizierungsmöglichkeiten für Einzelpersonen und Unternehmen. Zusammenfassende Hinweise anhand der Erkenntnisse des Gesamtvorhabens liefert abschließend ein Qualitätssicherungshandbuch. Ziel des Handbuchs ist es, konkrete Hinweise zur Vermeidung von Fehlerquellen zu geben. Das QS-Handbuch wendet sich dazu insbesondere an Multiplikatoren wie Vertreter von Kommunen, Ingenieurbüros, Wohnungsbaugesellschaften und ausführenden Unternehmen. Aber auch privaten Bauherren bietet es bei kleineren Maßnahmen wertvolle Hinweise. Es handelt es sich um ein aus sich heraus verständliches, eigenständiges Ergebnis des Forschungsprojektes.

6 Schlussfolgerungen

Die Erhaltung oder die Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit privater Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA) ist eine anspruchsvolle Aufgabe für Kommunen, Ingenieurbüros, ausführende Unternehmen und insbesondere für den Grundstückseigentümer. Derzeit gibt es viele und umfassende gesetzlichen Anforderungen, erläuternde Hinweise und einschlägige Arbeitsanweisungen für qualitativ hochwertige Sanierungen im Bereich privater Grundstücksentwässerungen. Die Fülle dieser Vorgaben macht es für den privaten Eigentümer als Laie auf dem Gebiet der Sanierung nicht leicht, einen Überblick zu erhalten und die notwendigen Arbeiten kritisch begleiten zu können. Fachleute von Kommunen, Ingenieurbüros und Bauunternehmungen sollten hier unterstützen. Einsparpotentiale auch bei kostenpflichtigen Unterstützungsangeboten konnten nachgewiesen werden.

Die Notwendigkeit und der Umfang einer Sanierung ergeben sich in aller Regel aus einer optischen Inspektion der GEA. Die Erfahrungen aus diesem Forschungsvorhaben zeigen, dass die Motivation des Inspekteurs, auch schwer erreichbare Leitungsabschnitte zu untersuchen, bei einer Vergütung des Stundenaufwandes höher ist als bei Abrechnung der durchgeführten Leistungen über die Inspektionslänge oder über eine Pauschale je Grundstück. Darüber hinaus führte eine aktive Begleitung der Dichtheitsprüfungen und Sanierungsarbeiten durch den Eigentümer zu besser dokumentierten und nachvollziehbaren Ergebnissen.

Wesentlich scheint aber die Erkenntnis, dass eine dauerhaft gute Qualität (und damit eine auf die Nutzungsdauer einer Immobilie hochgerechnete kostengünstige Sanierung) erreicht werden kann, wenn eine ordentliche Abnahme durchgeführt und die Möglichkeit zur Reklamation innerhalb der Gewährleistung genutzt wird. Fast alle Schäden in den sanierten Abschnitten hätten bereits bei einer optischen Inspektion zur Bauabnahme oder bei einer erneuten Inspektion vor Ende der Gewährleistungszeit festgestellt werden können (Ausnahme: Verfärbungen). Diesen eigentlich bei allen Baugewerken üblichen Kontrollen von Bauleistungen sollte also im Interesse des beauftragenden Eigentümers deutlich mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die Langlebigkeit der sanierten Entwässerungssysteme kann so sehr einfach verbessert werden; auch weil die durchführenden Firmen unmittelbar Erkenntnisse aus den Kontrollen ziehen können. Darüber hinaus werden können auf Seiten des Eigentümers Kosten eingespart werden.

7 Literaturverzeichnis

ATV-DVWK-M 143-1 (2004): „Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 1 Grundlagen“, ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef

ATV-M 143, Teil 6 (1998): Dichtheitsprüfungen bestehender, erdüberschütteter Abwasserleitungen und -kanäle und Schächte mit Wasser, Luftüber- und Unterdruck-Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen, ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef

Ballweg, H. (2010): Sanierungskonzeptionen in der Grundstücksentwässerung, download, abrufbar unter: http://www.ta-hannover.de/newsletter/2010/06_10/ballweg.pdf (Stand 16.02.2012)

Berger, C., Falk, C. (2011): Zustand der Kanalisation - Ergebnisse der DWA-Umfrage 2009, KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, Nr. 1/11 (58), S. 24 - 39

DWA-M 149-2 (2006): Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef

Kaltenhäuser, G., Homey, C., Zerbock, J., Schallenkamp, U. (2005): Anschlusskanäle und Grundleitungen -Schäden, Inspektion, Sanierung-, Kurzbericht, Institut für kommunale Infrastruktur (IKT), Gelsenkirchen

LWG NRW (1995): Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz – LWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juni 1995, zuletzt geändert am 05.03.2013 (GV. NRW. S. 133)

Müller, M. (2011): Hausanschlusssanierung mit Schlauchlinern, bi UmweltBau, April 2011, Kongressausgabe zum Deutschen Schlauchlinertag am 05.04.2011 in Bonn, S. 24-27

SüwVO Abw (2013): Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen - Selbstüberwachungsverordnung Abwasser vom 17. Oktober 2013

WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG), zuletzt geändert am 08.04.2013 (BGBl. I S. 734)

8 Anhang

Checkliste für Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümer

Checkliste für Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümer bei der Beauftragung von Sanierungen im Bereich der Grundstücksentwässerung

Diese Checkliste soll Ihnen erste Hinweise für die Beauftragung erforderlicher Sanierungsarbeiten an Ihren Abwasserleitungen geben. Sie soll eine Hilfestellung sein, um eine möglichst hochwertige Sanierung zu möglichst geringen Kosten zu erreichen. Sie kann eine individuelle Beratung durch Ihre Stadt oder Gemeinde jedoch nicht ersetzen.

Wenn an Ihrem Abwassersystem außerhalb Ihres Gebäudes große Schäden festgestellt worden sind, müssen Sie als Eigentümerin oder Eigentümer eines Grundstücks kurzfristig eine Sanierung Ihrer Abwasserleitung durchführen lassen. Bei mittelgroßen Schäden haben Sie für diese Sanierung bis zu zehn Jahre Zeit.

Ihre Stadt oder Gemeinde ist verpflichtet Sie zu beraten. Auch die Verbraucherzentrale kann Hilfestellung leisten.

Im Falle einer Sanierung sollten Sie die nachfolgenden Anforderungen und Empfehlungen berücksichtigen.

Vor Auftragsvergabe

- ☐ Lassen Sie sich vor der Sanierung von Ihrer Stadt oder Gemeinde beraten. Die Stadt oder Gemeinde kann Ihnen wichtige Hinweise geben, insbesondere auch dann, wenn von der Sanierung auch der öffentliche Verkehrsraum betroffen ist.

- ☐ Informieren Sie sich, ob Ihre Gebäudeversicherung die Kosten der Sanierung übernimmt.

- ☐ Informieren Sie sich bei Ihrer Hausbank oder Ihrer Stadt oder Gemeinde über mögliche Förderprogramme. Das Land Nordrhein-Westfalen gibt im Rahmen seines Förderprogramms „Ressourceneffiziente Abwasserbeseitigung NRW" zinsgünstige Darlehen. Der Antrag muss vor Beginn der Maßnahme bei Ihrer Hausbank eingereicht werden. Weitere Informationen erhalten Sie bei Ihrer Hausbank oder unter http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/broschuere_abwasserbeseitung.pdf.

- ☐ Schließen Sie grundsätzlich keine Geschäfte an der Haustüre ab!

- ☐ Erkundigen Sie sich in Ihrer Nachbarschaft, ob gegebenenfalls eine gemeinsame Beauftragung mit Ihren Nachbarn möglich ist. Schließen Sie sich mit Nachbarn zusammen, sofern diese ebenfalls eine Sanierung durchführen müssen.

- ☐ Holen Sie bei geeigneten Fachbetrieben Vergleichsangebote ein; prüfen Sie auch, ob die angebotenen Leistungen vergleichbar sind. Lassen Sie sich nach Möglichkeit Referenzen über gleichartige Sanierungen vorlegen.

- ☐ Erkundigen Sie sich z.B. in Ihrer Nachbarschaft über Erfahrungen mit dem zu beauftragenden Unternehmen.

- ☐ Halten Sie die Unterlagen über eine erfolgte Zustands- und Funktionsprüfung bereit und stellen Sie diese dem beauftragten Unternehmen zur Verfügung.

- ☐ Lassen Sie prüfen, ob betroffene Leitungen stillgelegt werden können. Das kann z.B. bei Abwasserleitungen unterhalb des Kellerbodens sinnvoll sein, wenn diese durch Leitungen unter der Kellerdecke ersetzt werden können.

- ☐ Lassen Sie bei dieser Gelegenheit auch überprüfen, ob Ihre Abwasserleitung über einen erforderlichen Rückstauschutz verfügt. Dieser sollte bei Bedarf angepasst werden.

Während der Durchführung

- ☐ Lassen Sie sich die durchzuführenden Arbeiten soweit möglich erklären.

- ☐ Dokumentieren Sie den Arbeitsfortschritt mithilfe eigener Notizen und Fotos.

Nach Beendigung der Sanierungsarbeiten

- ☐ Nach Abschluss der Sanierung müssen sie für die sanierten Leitungsabschnitte eine erneute Zustands- und Funktionsprüfung durchführen lassen. Vielfach ist zusätzlich eine Druckprüfung erforderlich. Die Prüfung darf nur von einem anerkannten Sachkundigen vorgenommen werden. Eine Liste der anerkannten Sachkundigen ist im Internet unter http://www.sadipa.nrw.de/Sadipa/ zu finden.

- ☐ Lassen Sie sich über die Zustands- und Funktionsprüfung eine Bescheinigung ausstellen. Diese Bescheinigung muss den Anforderungen der Anlage 2 der Selbstüberwachungsverordnung Abwasser NRW entsprechen. Zur Bescheinigung gehören auch
  - ein Bestandsplan / eine Lageplanskizze,
  - eine Fotodokumentation der Örtlichkeit
  - bei optischer Prüfung:
    a) eine CD / DVD mit den Inspektionsvideos,
    b) Haltungs- / Schachtberichte und
    c) und eine Bilddokumentation festgestellter Schäden oder
  - bei Prüfung mit Luft oder Wasser: die Prüfprotokolle.

- ☐ Sie sollten die Rechnung des Unternehmens prüfen und mit dem Angebot vergleichen. Begleichen Sie die Rechnung erst dann, wenn Ihnen die Bescheinigung über die Zustands- und Funktionsprüfung (nach Durchführung der Sanierung) vorliegt!

- ☐ Die in Rechnung gestellten Handwerkerleistungen sollten Sie bei Ihrer Steuererklärung berücksichtigen.

- ☐ Legen Sie die Bescheinigung über die Zustands- und Funktionsprüfung gegebenenfalls Ihrer Stadt oder Gemeinde vor.