



**IKT - Institut für
Unterirdische Infrastruktur**

Entwicklung eines Elastomerrings zur Sanierung von Schachtabdeckungen

Kurzbericht Juli 2002

Ersteller:



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen

Auftraggeber:



Ministerium für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf

Kurzbericht zu den Untersuchungen über die
Entwicklung eines Elastomerrings zur Sanierung von Schachtabdeckungen

Auftraggeber

Ministerium für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf

Projektbeteiligte



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen



Technische Betriebe Schwelm
Wiedenhaufe 11
58332 Schwelm



Schacht + Trümme W. Schwarz GmbH
Brückenstraße 3-5
22926 Ahrensburg



Hermann Mücher GmbH
Steinwegstraße 30 – 32
58332 Schwelm

Wissenschaftliche Leitung

Dr.-Ing. Bert Bosseler

Projektleitung und Bearbeitung

Dipl.-Ing. Andreas Redmann

Bearbeitungszeitraum

04.01.2001 - 31.07.2002

Problem und Zielstellung

Die Netzbetreiber geben jährlich Millionenbeträge für die Sanierung schadhafter Schachtabdeckungen aus. Allerdings ist die Ausführung der Sanierungsmaßnahmen oftmals wenig erfolgreich. Innerhalb weniger Jahre treten erneut Schäden auf, so dass die Sanierung wiederholt werden muss. Die Ursache hierfür findet sich häufig in der mangelnden Eignung des Sanierungsverfahrens, der Verwendung ungeeigneter Werkstoffe, in fehlerhaften Einbauanleitungen, nicht ausreichend qualifiziertem Personal und fehlender Kontrolle auf der Baustelle. Ein weiterer Grund muss darin vermutet werden, dass Schachtabdeckungen in vielen Fällen die Schnittstelle zwischen dem Straßenbau und der Abwasserentsorgung darstellen und die Zuständigkeit verteilt ist. So ist der Kanalnetzbetreiber häufig für die Sanierung der Schachtabdeckung und das Straßenbauamt für die Wiederherstellung der Fahrbahndecke verantwortlich. Straßenbauunternehmen bieten daher z.T. auch die Ausführung von Sanierungsleistungen als „Nebenleistung“ ohne Berücksichtigung des dafür erforderlichen besonderen Aufwandes an. Die Sanierung einer Schachtabdeckung stellt demgegenüber eine eigenständige technische Leistung dar. Dabei spielt nicht nur das Zusammenwirken von Schachtabdeckung, Auflageringen, Reguliermörtel und Fahrbahnbelag eine besondere Rolle. Auch fordert der Einbau besondere vor Ort zu erbringende handwerkliche Leistungen, so z.B. beim Ausbau der Schachtabdeckung, beim Wiederaufbau des Schachtkopfes und bei der Einbindung der Schachtabdeckung in den Straßenoberbau.

Für die Reparatur, Renovierung oder Erneuerung von Schachtabdeckungen stehen eine Vielzahl von Verfahren und Materialien zur Verfügung. Deren Einsatz hängt von zahlreichen Faktoren ab, wie z.B. der Belastung der Schachtabdeckung, der Schadensursache und dem Schadensbild. Die Netzbetreiber stehen nun vor dem Problem im jeweiligen Anwendungsfall ein geeignetes Verfahren und ein qualifiziertes Unternehmen für die Bauausführung auszuwählen. Häufig erfolgt die Vergabe der Bauleistungen durch eine öffentlichen Ausschreibung, wobei als Entscheidungskriterium im wesentlichen der Angebotspreis herangezogen wird. Qualitative Aspekte der Bauausführung und die besondere Belastungssituation von Schachtabdeckungen im Straßenraum werden i.d.R. nicht berücksichtigt.

Ziel des dargestellten Forschungsvorhabens war vor diesem Hintergrund die Entwicklung eines neuen Bau- und Sanierungsverfahrens für Schachtabdeckungen bis zur Praxisreife. Grundlage bildet der Gedanke, die derzeit im Regelfall gebräuchliche Unterfütterung von Schachtabdeckungen mittels Zementmörtel durch einen Elastomerring zu ersetzen. Durch die Verwendung dieses Werkstoffes sollen die Nutzungsdauer von Schachtabdeckungen erhöht, die Kosten für ihre Instandhaltung reduziert und die dynamische Beanspruchung von Einsteigschächten durch überfahrenden Straßenverkehr reduziert werden. Darüber hinaus wurde auch die Möglichkeit einer dauerhaft elastischen Einbindung der Schachtabdeckung in den Straßenoberbau untersucht. Als „elastisch“ wurde dabei die im Vergleich zu den bisher eingesetzten Mörteln höhere Dehnbarkeit und damit auch Verformbarkeit der verwendeten Bauteile und Vergussmassen bezeichnet.

Belastungen, Schadensursachen und Schadensbilder

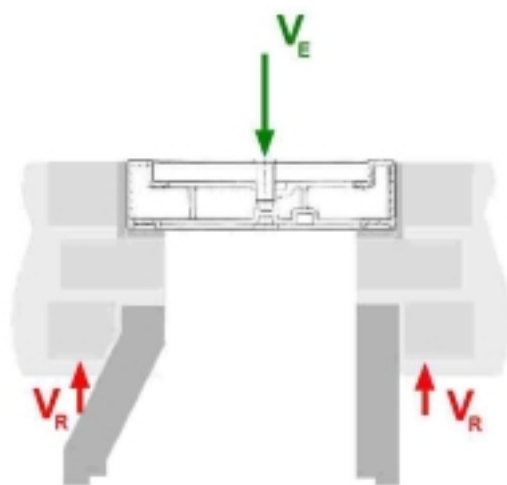
Die Wahl eines angepassten Sanierungssystems, d.h. die Klärung der Frage, ob die zu sanierende Schachtabdeckung repariert, renoviert oder erneuert wird, bedarf verschiedener Informationen, so z.B. allgemeinen Randbedingungen und Angaben zum baulichen Zustand bzw. zum Schadensbild der zu sanierenden Schachtabdeckung. Daneben können Informationen zur „Sanierungsgeschichte“ der Schachtabdeckung die Auswahl eines geeigneten Sanierungssystems unterstützen. Auch wird die Dauerhaftigkeit einer sanierten Schachtabdeckung von der Belastung, der die Schachtabdeckung ausgesetzt ist, beeinflusst.

Auf den Schachtdeckel wirken zwei Lastarten ein, die sich in Größe und Richtung unterscheiden. Dies sind zum einen vertikale Lasten (V_E), z.B. aus dem Eigengewicht der Fahrzeuge und zum anderen horizontale Lasten (H_E) aus Brems- oder Beschleunigungsvorgängen. Diese Lasten müssen sicher und klapperfrei in den Rahmen abgeleitet werden. So dürfen auch dynamische Beanspruchungen aus Straßenverkehr nicht zu einem „Herausspringen“ des Deckels aus

dem Rahmen führen. Darüber hinaus müssen bei exzentrisch einwirkenden Horizontallasten eine Drehbewegung des Deckels verhindert und die entstehenden Momente über den Rahmen abgeleitet werden. Bei den heutzutage verwendeten Deckeln wird deshalb in der Regel eine Nut-Feder-Konstruktion, d.h. eine Nut im Rahmen und eine Feder im Deckel, eingesetzt. Abhängig von der Art der verwendeten Schachtabdeckung bzw. des Sanierungssystems sind verschiedene Konstruktionen zur Ableitung der einwirkenden Lasten möglich.

Als Standardfall kann das Ableiten der Vertikallasten von der Schachtabdeckung über den Schachtkonus in den Schachtuntergrund bezeichnet werden. So ist auch nur diese Ausführung in den bestehenden Normen berücksichtigt (z.B. DIN 4034 [1]). Horizontale Lasten werden im wesentlichen durch die Einbindung in den Straßenkörper aufgenommen. Diese Einbindung wird z.B. mit Asphaltbeton, Gussasphalt oder Formsteinen mit bituminösem Verguss ausgeführt.

Demgegenüber ist eine Entkopplung der Lasteinleitung vom Schachtkörper z.B. durch den Einsatz einer sog. „schwimmenden“ Abdeckung möglich, bei der die einwirkende Last direkt in die umgebende Fahrbahndecke eingeleitet wird. Ein anderer Weg, Vertikallasten ohne Mitwirkung des Schachtkörpers abzuleiten, besteht im Einsatz einer Fundamentplatte. Die Lasten werden dabei unter der Straßendecke über die Fundamentplatte in den umgebenden Baugrund abgetragen (siehe *Abbildung 1*). Die Einbindung in die Straße nimmt die horizontalen Lasten auf und kann sowohl mit Formsteinen als auch Asphalt ausgeführt werden.



Einwirkende äußere Kräfte
(Kraftresultierende aus Lastspannungen):

V_E : Vertikal

Reaktionskräfte

(Kraftresultierende aus Reaktionsspannungen):

V_R : Vertikal

Abbildung 1: Einleitung vertikaler Lasten in den Baugrund durch Entkopplung des Schachtrahmens vom Schachtkörper (SSU-System der Firma Schacht + Trumme, Ahrensburg)

Erfahrungen [2] zeigen, dass die Sanierung von Schachtabdeckungen häufig nicht dauerhaft ist. Ursachen hierfür können sowohl Fehler bei der Bauausführung als auch die Wahl eines für die Schachtabdeckung und das Schadensbild ungeeigneten Sanierungsverfahrens sein.

Die sichtbaren Schadensbilder, die durch die Kombination aus Belastungen und Umwelteinflüssen hervorgerufen werden, können sich deutlich unterscheiden. Diese Unterschiede in den Schadensbildern lassen vermuten, dass nicht ein Verfahren allein für die Sanierung aller Schäden geeignet sein kann.

Untersuchungsprogramm und Ergebnisse

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden im Auftrag der Technischen Betriebe Schwelm insgesamt 24 Sanierungen schadhafter Schachtabdeckungen im Schwelmer Stadtgebiet durchgeführt. Die ausgewählten Straßenabschnitte liegen in einem Stadtbereich mit einem hohen Anteil an Gewerbeansiedlungen und damit einem entsprechend hohen Anteil an Schwerverkehr.

Für die Auswahl der im Rahmen des Forschungsvorhabens betrachteten Sanierungsverfahren waren die bei den **In-situ-Untersuchungen** erkannten Schadensbilder maßgebend. In der Regel wurde der komplette „Schachtkopf“ sowie die Fahrbahndecke erneuert. In Einzelfällen wurde lediglich der Schachtrahmen ausgewechselt. In allen Fällen wurde ein Verfahren zur allseitigen elastischen Einbindung der Schachtabdeckung in den Straßenoberbau eingesetzt, d.h. die Verwendung eines Elastomer-Auflagerrings und eines den Schachtrahmen umgebenden Fugenvergusses oder Fugenbandes. In *Abbildung 2* sind beispielhaft einige der im Rahmen dieses Forschungsvorhabens sanierten Schachtabdeckungen dargestellt.



Abbildung 2: Beispiele für die im Rahmen des Forschungsvorhabens sanierten Schachtabdeckungen

Die Sanierungsarbeiten wurden durch die Firma Schacht + Trumme, Ahrensburg ausgeführt und durch das IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur begleitet und dokumentiert.

Die in Schwelm durchgeführten Sanierungsmaßnahmen zeigen, dass ein Jahr nach der Sanierung keine neuerlichen Schäden an den Schachtabdeckungen aufgetreten sind. Die eingesetzten Sanierungsvarianten mit allseitig elastischer Einbindung erwiesen sich als geeignet für die Sanierung von Schachtabdeckungen auch in stark frequentierten Straßen mit hohem Schwerverkehrsanteil. Voraussetzung ist die Auswahl einer an das Schadensbild angepassten Ausführungsvariante sowie ein fach- und sachgerechter Einbau.

Eine der unter den o.a. Praxisbedingungen eingesetzten Sanierungsvarianten wurde ergänzend auch in **Laborversuchen** getestet, um die Dauerhaftigkeit der allseitigen elastischen Einbindung zu untersuchen. Der für einen Versuch im Maßstab 1:1 gewählte Versuchsaufbau ist in *Abbildung 3* dargestellt.

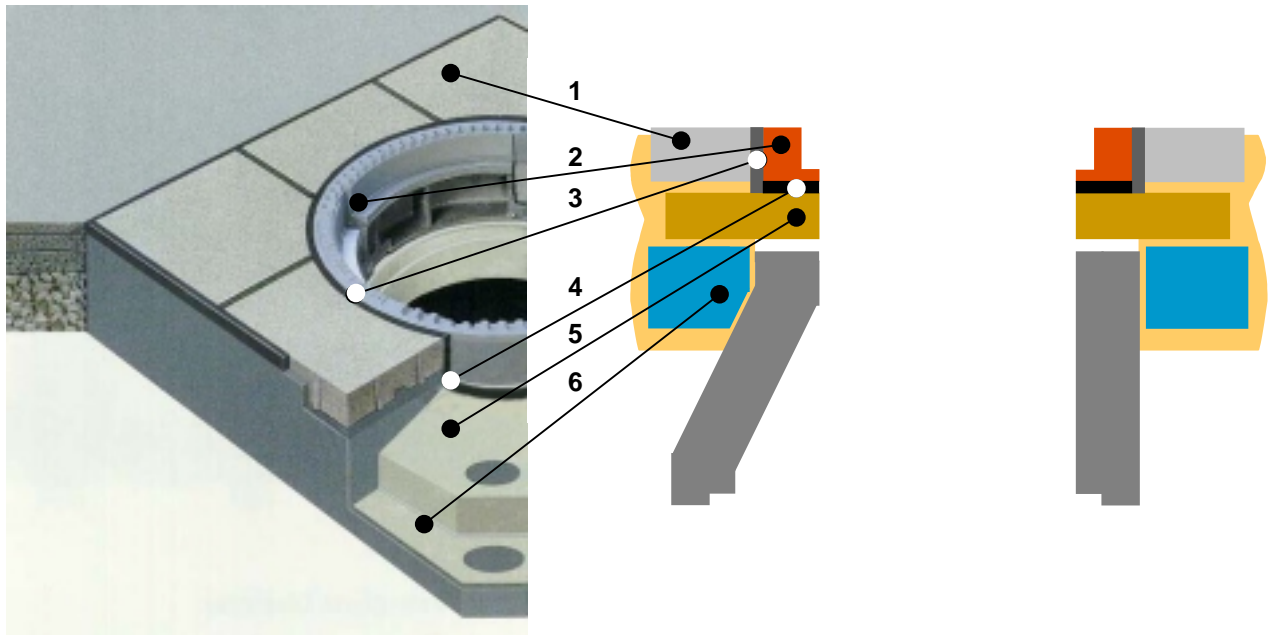


Abbildung 3: Komponenten des gewählten Versuchsaufbaus

- Bauteil 1: SSU-Steine
- Bauteil 2: Schachtrahmen
- Bauteil 3: Fuge aus Fibrescreed®-Vergussmasse
- Bauteil 4: Elastomerer Auflagering, Höhe 10 mm
- Bauteil 5: Auflageplatte, 1100 x 1100 mm, Höhe 50 mm
- Bauteil 6: Fundamentplatte, 1150 x 1150 mm, Höhe 100 mm

Im **Laborversuch** wurde die Dauerhaftigkeit der allseitigen elastischen Einbindung der Schachtabdeckung unter einer **zyklischen Belastung** untersucht. Insbesondere das Verhalten des Elastomerrings sowie des Verbundes zwischen Schachtrahmen und Einbindung wurden dabei betrachtet. Der Versuchsaufbau zur Durchführung des Laborversuchs ist in *Abbildung 4* dargestellt.

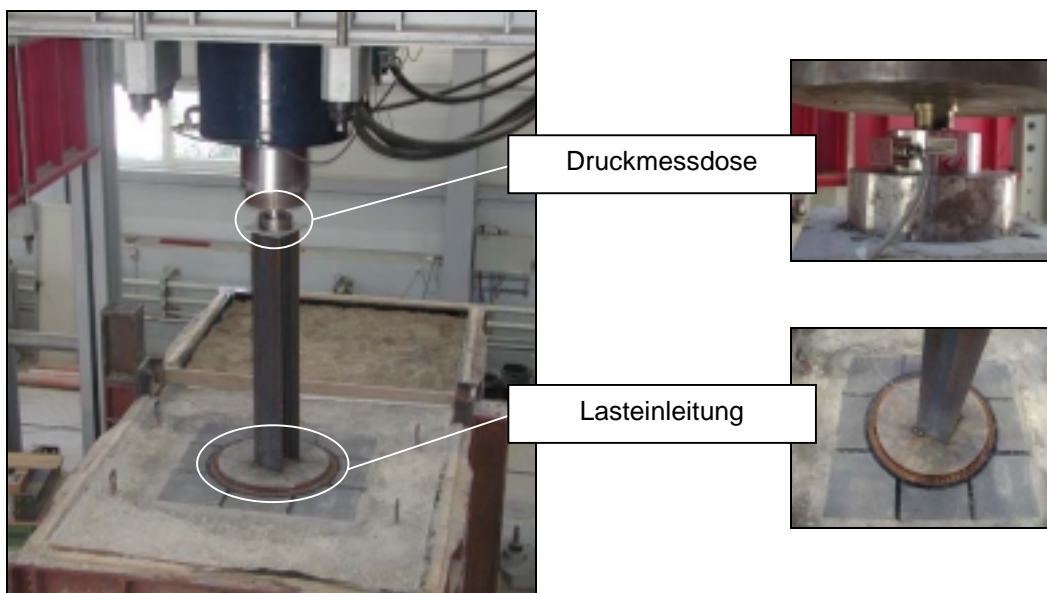


Abbildung 4: Versuchsaufbau

Das Ergebnis des Versuches zeigt, dass der Verbund zwischen Schachtrahmen und Einbindung durch eine mechanische Beanspruchung mit 2,5 Mio. Lastwechsel in der Größe eines SLW 60 nicht zerstört wurde. Es bestand weiterhin ein dichtes Gefüge, welches das Eindringen von Oberflächenwasser nicht erwarten lässt. Auch der Betonauflagerung unterhalb des Elastomerrings zeigte nach Abschluss des Laborversuches weder sichtbare Risse, Abplatzungen oder andere Schäden.

Die *Abbildung 5 und 6* zeigen die Vergussfuge zwischen Schachtabdeckung und Straßenoberbau sowie den Elastomerring nach Abschluss des Laborversuchs.



Abbildung 5: Vergussfuge nach Abschluss der Laboruntersuchung



Abbildung 6: Vergussfuge und Elastomerring unter dem Schachtrahmen nach Abschluss der Laboruntersuchung

Bei den Laboruntersuchungen blieb der Einfluss von Umweltbedingungen wie Frost-Tauwechsel oder Tausalzangriff unberücksichtigt. Vielmehr sollte der Einfluss der Belastung durch den überrollenden Verkehr unabhängig von diesen Umwelteinflüssen untersucht werden. Frühere Untersuchungen [3] lassen davon ausgehen, dass sich Umwelteinflüsse erst dann negativ auf den Zustand der Unterfütterung auswirken, wenn durch Verkehrsbelastungen eine Schädigung der Einbindung auftritt.

Um den im Laborversuch und in-situ erfolgreich eingesetzten Elastomerring in seinen Werkstoffeigenschaften zu charakterisieren, wurden ergänzende Versuche durchgeführt. Nach Abschluss der Laborversuche wurden aus dem eingesetzten Sanierungssystem Proben des Elastomerrings entnommen. Diese wurden einer Prüfung der grundsätzlichen Werkstoffeigenschaften (IRHD-Härte, Spannungsrelaxation, Druckverformungsrest) unterzogen und die Ergebnisse mit denen der Prüfung eines neuwertigen Elastomerrings aus gleicher Produktion verglichen. In *Abbildung 7* sind die verwendeten Versuchseinrichtungen dargestellt.

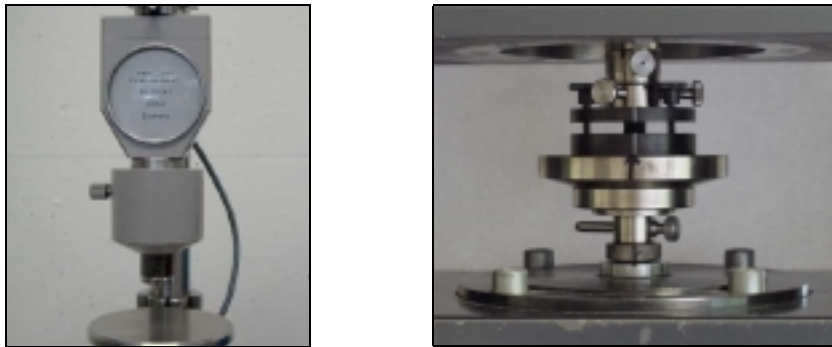


Abbildung 7: Versuchseinrichtungen zur Prüfung der IRHD-Härte (links) sowie der Spannungsrelaxation und des Druckverformungsrestes (rechts)

Das Ergebnis der Prüfung zeigt, dass durch die aufgebrachte Beanspruchung die Werkstoffeigenschaften nicht signifikant beeinflusst werden. Sowohl vor als auch nach der Versuchsdurchführung ist der Elastomerring der IRHD-Härtklasse 70 nach DIN EN 681-1 [4] zuzuordnen. Auch bezüglich der Spannungsrelaxation und des Druckverformungsrestes wurden bei den Prüfungen keine nennenswerten Veränderungen festgestellt.

Abschließend kann festgestellt werden, dass die dauerhafte Sanierung einer Schachtabdeckung die Aufnahme des Schadensbildes, die Wahl eines geeigneten Sanierungssystems, die fachgerechte Ausschreibung, die Vergabe an eine ausführende Firma mit entsprechender Qualifikation, die Verwendung von güteüberwachten Bauteilen und Werkstoffen sowie die Bauüberwachung und -abnahme durch den Auftraggeber verlangt. Der Elastomerring sowie die „elastische Einbindung“ können dabei die Grundlage für eine dauerhaft sanierte Schachtabdeckung bilden. Der handwerklichen Ausführung der Sanierungsmaßnahme kommt aber weiterhin eine zentrale Bedeutung zu.

Schlussfolgerungen für die Ausschreibung

Bei den öffentlichen Ausschreibungen ist gemäß VOB/A [5] zunächst die Eignung der Bieter zu prüfen. Dabei sind anhand der vorgelegten Nachweise die Angebote der Bieter so auszuwählen, dass deren Eignung die für die Erfüllung der vertraglichen Verpflichtungen notwendige Sicherheit bietet. Die erforderliche **Fachkunde, Leistungsfähigkeit** und **Zuverlässigkeit** ist ebenso nachzuweisen, wie **ausreichende technische und wirtschaftliche Mittel**. In die enge Wahl kommen demnach nur solche Angebote, die unter Berücksichtigung rationellen Baubetriebs und sparsamer Wirtschaftsführung eine einwandfreie Ausführung einschließlich Gewährleistung erwarten lassen. Unter diesen Angeboten soll der Zuschlag auf das Angebot erteilt werden, das unter Berücksichtigung aller Gesichtspunkte, wie z.B. Preis, Ausführungsfrist, Betriebs- und Folgekosten, Gestaltung, Rentabilität oder technischer Wert, als das wirtschaftlichste erscheint. **Der niedrigste Angebotspreis allein ist nicht entscheidend.**

Die Vorgehensweise bei der Ausschreibung kann somit die Wahl der Materialien und Verfahren erheblich beeinflussen. Werden spezielle Bauverfahren, Baumaterialien und Qualitätsstandards gefordert, so kann dies die Zahl der ausführenden Firmen bedeutsam einschränken. Auch nimmt der Einfluss des Auftraggebers auf die Qualität der zu erbringenden Leistung zu, je detaillierter diese in der Ausschreibung formuliert wird.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Grundlagen zur Auswahl von Sanierungsverfahren, zur Materialauswahl sowie zur sicheren technische Ausführung von Schachtsanierungen erarbeitet. Damit diese Erkenntnisse auch Eingang in die Baupraxis finden können, werden im folgenden Hinweise zur Ausschreibung und Vergabe aufgeführt, die bei der Vorbereitung von Sanierungsmaßnahmen an Schachtabdeckungen und der Erstellung des Ausschreibungstextes bzw. einer ZTV berücksichtigt werden können:

- Schadhafte Auflageringe oder schadhaftes Mauerwerk ist zu entfernen.
- Schäden an der Fahrbahndecke im Umfeld der Schachtabdeckung sind zu sanieren. Gelokerte Bereiche in der Fahrbahndecke sind aufzunehmen und zu erneuern.
- Die schadhafte Schachtabdeckung soll ausgebohrt, ausgefräst oder ausgestemmt werden. Vor dem Stemmen ist die Fahrbahndecke für einen sauberen Übergang anzuschneiden.
- Die Anschlüsse zwischen Schachtrahmen, Einbindung und Fahrbahndecke sind mit bituminösem Fugenband, Vergussmasse oder gleichwertigem Material herzustellen. Die Anschlussbereiche müssen vor dem Einbau der entsprechenden Materialien sauber und trocken sein.
- Die erneuerte Fahrbahndecke muss ein dichtes Gefüge aufweisen. Dieses ist durch die Verwendung selbstverdichtender Materialien oder den lagenweisen verdichteten Einbau des Materials zu erreichen.
- Vergussmassen und Gussasphalt sind nach dem Einbau mit Splitt abzustreuen, um eine griffige Fahrbahnoberfläche zu erhalten.
- Schachtrahmen aus Vollguss erlauben eine spätere Höhenregulierung (Renovierung) der Schachtabdeckung.
- Für die Verkehrsfreigabe ist die Abbindezeit der am langsamsten aushärtenden Komponente maßgebend.

Die ausschreibende Stelle hat jedoch nicht nur die Möglichkeit, einzelne Bauverfahren, Bauteile und Werkstoffe in der Ausschreibung zu spezifizieren, sondern kann auch den Einsatz eines kompletten Sanierungssystems fordern, so wie es im Rahmen der vorliegenden Untersuchung entwickelt wurde. Weitergehende Hinweise zur allgemeinen Ausschreibung von Sanierungsmaßnahmen an Schachtabdeckungen werden gegenwärtig erarbeitet (vgl. [6]).

Literatur

- [1] DIN 4034: Schächte aus Beton- und Stahlbetonfertigteilen (10.90).
- [3] Sanierung Schadhafter Schachtabdeckungen, Abschlussbericht IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur 1995 (unveröffentlicht).
- [2] Entwicklung eines neuen Bau- und Sanierungsverfahrens für die Verbindung des Rahmens der Schachtabdeckung zum Schachthals, Abschlussbericht IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, Juni 1998.
- [4] DIN EN 681-1: Werkstoff-Anforderungen für Rohrleitungs-Dichtungen für Anwendungen in der Wasserversorgung und Entwässerung, Teil 1: Vulkanisiertes Gummi (12.98).
- [5] Verdingungsordnung für Bauleistungen VOB Teil A, hrsg. DIN, Deutsches Institut für Normung e.V. 2000.
- [6] Eignungsprüfungen von Verfahren zur Sanierung von Schachtabdeckungen, Abschlussbericht IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, (Entwurf) Juli 2002.