

I/6 Sanierung von begehbaren Abwasserkanälen und Schachtbauwerken mit großflächigen keramischen Elementen

Dipl.-Ing. Stefan Girod

1. Schutzsysteme für Abwasserkanäle und Schachtbauwerke

Generell kann für alle Abwasserkanäle und -leitungen sowie sonstige Bauwerke der Ortsentwässerung festgestellt werden, dass diese einer erhöhten Abnutzung durch physikalische, chemische, biologische und biochemische Einflüsse unterliegen. Bedingt durch immer aggressiver werdende Abwässer und dem daraus bedingten aggressiver werdendem Milieu im Kanalraum kommt der chemischen und physikalischen Beständigkeit der verwendeten Werkstoffe eine immer größere Bedeutung zu.

Insbesondere bei Rohren aus zementgebundenen Werkstoffen sind im Falle eines zu erwartenden „sehr starken“ Angriffsgrades **nach DIN 4030 „Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gasen“** besondere Schutzmaßnahmen erforderlich. Diese Schutzmaßnahmen basieren in der Regel auf einer Trennung des aggressiven Kanalmilieus, d. h. des Abwassers und/oder bei teilgefüllten Kanälen auch der Kanalatmosphäre, vom Beton bzw. Asbestzement mit Hilfe einer Auskleidung.

Unter Auskleidungen sind Folien, Bahnen, Platten, Schalen oder rohrförmige Körper zu verstehen, die als Schutz gegen Innenkorrosion, Inkrustation, Abrieb, zur Abdichtung, zur Verringerung der Wandrauigkeit und zur Erhöhung oder Wiederherstellung der statischen Tragfähigkeit der auszukleidenden Leitung dienen. Solche Auskleidungen werden je nach Zielsetzung über den gesamten Rohrumfang (Vollauskleidung) oder über einen Teil des Umfangs (Teilauskleidung) ausgeführt. Sie werden sowohl bei der Rohr- oder Bauwerksherstellung als auch nachträglich im Zuge von Sanierungsmaßnahmen eingebaut.

Es gibt zur Zeit eine Vielzahl von Auskleidungen, die je nach System im Montage- oder Reliningverfahren eingebaut werden. Als Werkstoffe kommen in den meisten Fällen thermoplastische Kunststoffe und daneben auch glasfaserverstärkte Reaktionsharze, kunstharz- und kunststoffmodifizierte Betone sowie Steinzeug zum Einsatz.

Alle zur Zeit gebräuchlichen Verfahren und Werkstoffe haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen.

2. Auskleidung mit Steinzeug-Platten-Elementen

Hinsichtlich der chemischen, physikalischen und biologischen Beständigkeit hat sich Steinzeug als Werkstoff beim Bau von Abwasserkanälen und -leitungen seit langem bewährt. Akzeptanzprobleme bei den Anwendern z. B. bezüglich Dauerhaftigkeit und Recycling existieren nicht.

Handelsübliche Steinzeug-Platten für die Auskleidung von Bauwerken der Entwässerung gibt es in unterschiedlichen Abmessungen. Mit zunehmender Größe und Dicke der Steinzeug-Platten steigen die herstellungstechnischen Schwierigkeiten sowie die Fertigungskosten überproportional an. Entgegengesetzt verhalten sich die Kosten für die Verlegung und Verfugung, die insbesondere bei kleinen Platten hoch sind.

Zur Rationalisierung der Verlegearbeiten bei gleichzeitiger Begrenzung der Produktionskosten wurde das Montageverfahren mit so genannten Steinzeug-Platten-Elementen (**KeraLine**) entwickelt. Dieses Montageverfahren vereint die hohe Beständigkeit von Steinzeug gegen chemische Angriffe, Korrosion und Abrieb in Verbindung mit einer industriell vorgefertigten Fugenverbindung auf Epoxidharzbasis zu einem montagefähigen Plattenelement. Die wissenschaftliche Begleitung der Systementwicklung lag dabei in den Händen von Herrn Prof. Dr.-Ing. Stein, Ruhr-Universität Bochum, Arbeitsgruppe Leitungsbau und Leitungsinstandhaltung.

Diese werkseitig vorgefertigten großflächigen Auskleidungsplattenelemente entstehen aus Steinzeugplatten (L = 240 mm; B = 115 mm), die an den Stirn- und Längskanten durch eine ca. 8 - 10 mm breite Epoxidharzfuge (Primärfuge) miteinander verbunden sind. Die vorzügliche Verbundeigenschaft des Epoxidharzes mit den unelastischen Spaltklinkerplatten wird durch die vorhandene Flankenporigkeit der Platte erhöht.

In Abhängigkeit von den geometrischen Verhältnissen des auszukleidenden Kanals oder Bauwerkes werden die vorgefertigten Plattenelemente während der so genannten „Topfzeit“ des Harzes in einer entsprechend hergestellten Negativform im Werk vorgeformt. Die Negativformen wurden auf der Basis der im Kanal hergestellten Schablonen und ihrer entsprechenden Segmente erstellt (**Bild 1**).

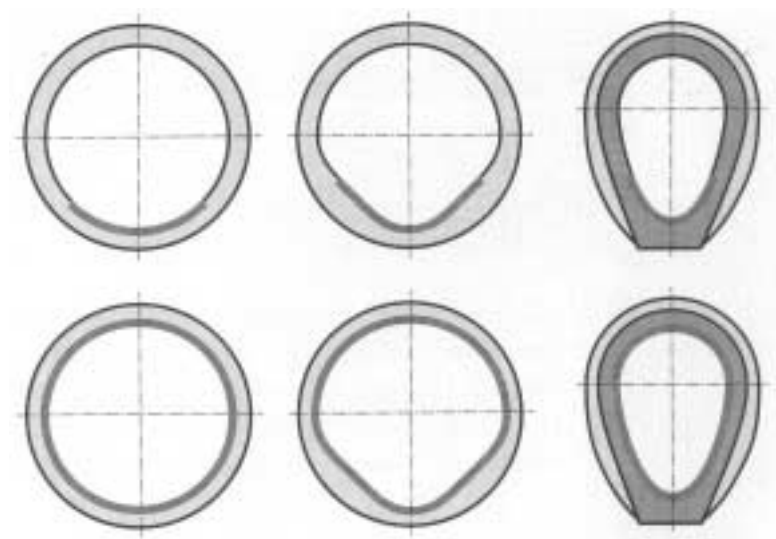


Bild 1: Kanalprofile

Bei der werkseitigen Vernetzung der einzelnen Spaltplatten werden speziell modifizierte Epoxidharze verwendet, die sich durch hervorragende Klebeeigenschaften, mechanische Beanspruchung und Festigkeit sowie Beständigkeit gegenüber im kommunalen Abwasser vorkommenden Chemikalien auszeichnen. Damit entfällt das bei herkömmlich verlegten Steinzeugplatten bzw. bei gemauerten Kanälen bekannte Problem der Mörtelfuge (biogene Zersetzung, abrasive Zerstörung der zementären Fuge).

Steinzeugplattenelemente eignen sich für die Auskleidung aller Bauwerke der Ortsentwässerung, insbesondere von Röhren aller Querschnittsformen wie z. B. Kreis-, Maul-, Ei-, Rechteck- und andere Querschnitte sowohl zur Teil- als auch zur Vollauskleidung. Speziell bei der Sanierung von Kanälen vorgenannter Querschnitte erstreckt sich die Anwendung auf den begehbaren Bereich (ab DN 1000). Bei Teilauskleidung kann das System im Bedarfsfall ab einer Arbeitshöhe von 800 mm Anwendung finden.

Die KeraLine-Elemente können sofort in Ortbetonbauwerke bzw. im Fertigteilwerk oder auch nachträglich im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen eingebaut werden. Das Verfüllen der wenigen Fugen (Sekundärfugen) zwischen den großflächigen Auskleidungselementen erfolgt vor Ort mit einem modifizierten pastösen Epoxidharz (**Bild 2**).

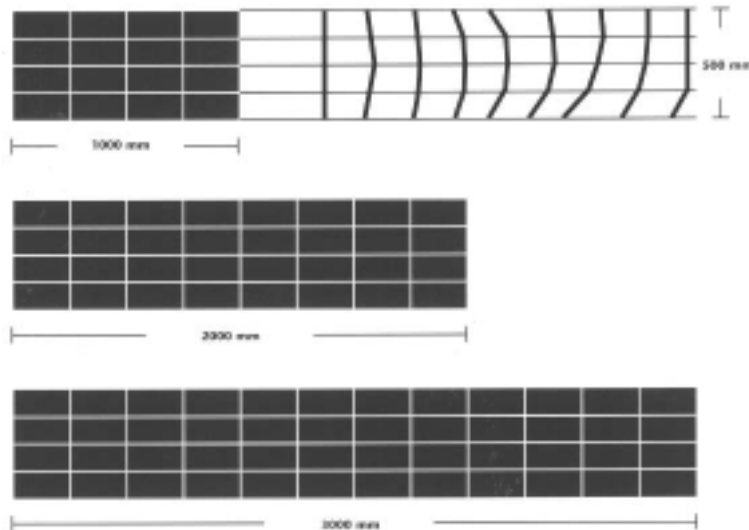


Bild 2: Rastermaße

Zur kraftschlüssigen Verbindung der Steinzeug-Platten-Elemente mit dem jeweils auszukleidenden Bauteil besitzen die verwendeten Spaltplatten hervorgehobene schwalbenschwanzförmige Hinterschneidungen, deren Abmessungen in umfangreichen Untersuchungen so optimiert wurden, dass sie allen zu erwartenden mechanischen Beanspruchungen genügen (**Tabelle 1**).

	Keramische Spaltplatten	EP-Harz
Größe	240 x 115 x 15 mm	
Dichte	2,3 g/cm ³	2,3 g/cm ³
Biegefestigkeit	25 N/mm ²	70 N/mm ²
Druckfestigkeit		130 N/mm ²
Wasseraufnahme	3 %	
E-Modul	50.000 N/mm ²	23.000 N/mm ²
Ritzhärte nach MOHS	7	
Linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient	$6,5 \times 10^{-6}/K$	$4,0 \times 10^{-6}/K$
Chem. Beständigkeit	Gewährleistet bei allgemein anzutreffenden Abwässern und extremen Säurebelastungen	Gewährleistet bei allgemein anzutreffenden Abwässern, extreme Säurebelastungen sind gesondert zu betrachten

Tabelle 1: Technische Daten

3. Arbeitsschritte bei der Instandsetzung mittels Steinzeug-Platten-Elementen am Beispiel eines Abwasserpumpwerkes

Im Rahmen der Reinigung und Inspektion eines Abwasserpumpwerkes wurden umfangreiche Korrosionsschäden auf den Betoninnenflächen des Vorlagebehälters festgestellt. Um die Entwicklung eines weitergehenden Schadensbildes zu unterbinden, wurden folgende Schritte eingeleitet:

- ∄ Erstellen eines ingenieurtechnischen Gutachtens über Schädigungsgrad und -art.
- ∄ Festlegen der Variierungsvariante: Baukörpersanierung durch Abtrag des korrodierten Betonmörtels mit anschließender Reprofilierung durch Einbringen eines schwindarmen Mörtels und anschließender Vollausskleidung mit KeraLine-Elementen.

- € KeraLine-Elemente mit einer Fläche von 0,5 m² lassen sich relativ schnell vor Ort verlegen. Der Anteil von Fugenarbeiten reduziert sich erheblich.
- € Vor Ausführung der Sanierungsarbeiten wurde das Abwasserbauwerk freigeschaltet.
- € Gleichlaufend erfolgte der Aufbau einer Interimsentsorgung und deren Inbetriebnahme.
- € Grob- und Feinreinigung des Bauwerkes.
- € Nachprofilierung zur Beseitigung von Unebenheiten auf der Innenseite der Kanalwand durch schichtenweises Aufbringen von Mörtel (max. 2 cm). Die ursprüngliche Überdeckung der Stahlbewehrung ist wieder herzustellen.
- € Vorbereitung der für das Bauwerk werkseitig vorzufertigenden KeraLine-Elemente.
- € Die Verlegung der einzelnen KeraLine-Elemente erfolgt schrittweise von der Sohle an aufsteigend.
- € Eventuell notwendig werdende Zuschnittarbeiten können auf der Baustelle mit einer Flex im Nass- oder Trockenschnitt ausgeführt werden.
- € Zunächst Verlegung der Sohlplatten im Nassbettverfahren (Buttering-Floating-Verfahren). Eine hohlraumfreie Verlegung muss für dieses hochwertige Auskleidungssystem angestrebt werden.
- € Wechselseitiges Verlegen der weiteren Elemente bis zur vollständigen Auskleidung oder Teilauskleidung.
- € Nach Aushärten des Verlegemörtels erfolgt das Schließen der Längs- und Querfugen (Sekundärfugen) mit einer modifizierten Epoxidharzmasse.
- € Konstruktive Ausbildung von dauerelastischen Blockfugen in den Eckbereichen des Bauwerkes.
- € Bei Teilauskleidungen sind im Übergangsbereich zwischen Auskleidung und sanierter Innenwand bei Bedarf dauerelastische Längsfugen vorzusehen.

4. Zusammenfassung

Nutzen und Vorteile des KeraLine-Systems:

- € Verfübung einzelner Keramikplatten zu großflächigen Keramik-Elementen bereits ab Werk ↓ Verkürzung der Auskleidungsarbeit im Kanal.
- € Sanierung begehrbarer Kanäle und allgemeine Auskleidung von Bauwerken wie Becken, Pumpenvorlagebehälter und Schächte.
- € Voll- und Teilauskleidung je nach Erfordernis und Schadensbild.
- € Werkseitige Auskleidung von Betonrohren und sonstiger vorgefertigter Profile.
- € Diffusionsoffenes System, d. h., hydrostatische und osmotische Drücke werden abgebaut.
- € Linearer Temperaturendeckungskoeffizient von KeraLine und Bauwerksmaterial wie Klinkermauerwerk, Beton und Stahlbeton. Natursteinmauerwerk ist nahezu identisch.
- € Das KeraLine-System mit schwalbenschwanzverzahnter Rückseite garantiert einen sehr guten kraftschlüssigen Verbund sowohl beim Nassverfahren als auch beim werkseitigen Einbringen quasi als verloren Schalung im Betonkörper.
- € Optimale Langzeitbeständigkeit gegen Korrosion, chemische und biogene Einwirkungen. Hohe Abriebfestigkeit.
- € Deutliche Verbesserung des Widerstandsbeiwertes im Fließbereich, gegebenenfalls damit Kompensierung der geringfügigen Querschnittseinengung von je 30 mm an der Kanalinnenwand. Je größer der Kanalquerschnitt ist, um so vernachlässigbarer ist der Querschnittsverlust.
- € Individuelle Formanpassung an Bauwerksprofile bei minimalem Querschnittsverlust.
- € Zugänglichkeit mit KeraLine durch übliche Schachtöffnungen gewährleistet; keine Baugruben erforderlich; Kostenersparnis; nur geringfügige Beeinträchtigung der Umwelt und des

öffentlichen Lebens. Die Breite der Elemente beträgt 500 mm, die Länge je nach Einbauart und Erfordernis 1 - 3 m.

- € Durch schnelles Abbinden des speziellen Verlegemörtels (ca. 30 min) kann der Kanal bei entsorgungstechnischer Erfordernis genutzt werden, ohne dass die frisch verlegten Elemente Schaden nehmen. Lediglich wird in diesem Falle zusätzlich eine Reinigung der Sekundärfugen und der Platten notwendig.

Verfasser: Dipl.-Ing. Stefan Girod
Techn. Key Account Manager OST
STEINZEUG Abwassersysteme GmbH
Max-Planck-Straße 6
50858 Köln
Telefon: (0 30) 7 52 08 36
Telefax: (0 30) 7 51 01 83
e-mail: stefan.girod@steinzeug.com