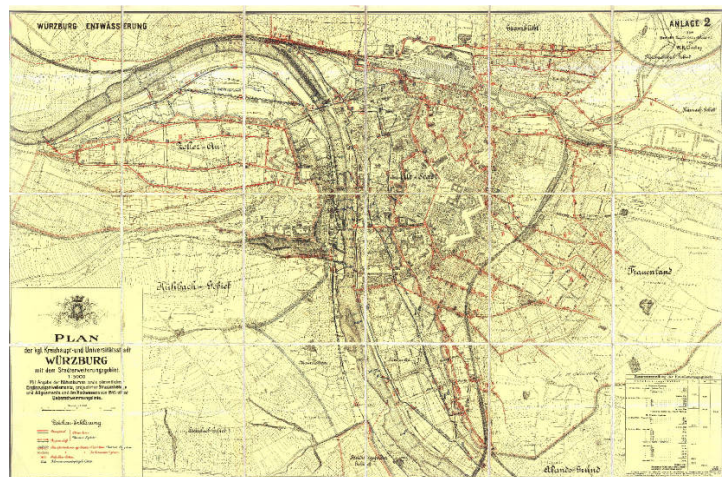


Großrohrsanierung: Würzburg testet erstmals GFK-Einzelrohr-Lining

Die nachfolgende Dokumentation zur Maßnahme entstammt einer Zusammenarbeit der ausführenden Firma Aarsleff Rohrsanierungs GmbH mit dem Entwässerungsbetrieb der Stadt Würzburg. Die Dokumentation wird in der firmeneigenen Zeitschrift AarsleffNews veröffentlicht und nachfolgend für dieses Berichtsformat angepasst und bearbeitet.

Die Universitätsstadt Würzburg im Regierungsbezirk Unterfranken in Bayern liegt direkt an der Bundeswasserstraße Main. Das Abwasser der knapp 125.000 Einwohner wird durch ein rund 540 km langes und über die Jahrhunderte gewachsenes Kanalnetz zum Klärwerk in die Mainaustraße geleitet und dort wieder aufbereitet. Die Menge summiert sich jährlich auf ca. 22 Millionen m³.

Reichten zunächst einzelne Kanalstollen in Richtung Main für die Oberflächenwasserableitung aus, wurde die Abwasserentsorgung der wachsenden Stadt ab Mitte des 19. Jahrhunderts zu einem dringlichen Problem. Deshalb beauftragte 1890 die Stadt Würzburg den Ingenieur Lindley mit der Planung und dem Bau der Kanalisation. Ca. 100 km dieser aus Klinkersteinen gemauerten Kanäle sind heute noch in Betrieb. Im 20. Jahrhundert wurde das Kanalnetz erweitert. Als Baustoffe kamen jetzt auch Stahlbeton, Steinzeug und Kunststoffe zum Einsatz. Neben den Rohrleitungen sorgen über 50 Sonderbauwerke der Regenrückhaltung und der Regenentlastung dafür, dass bei einem starken Niederschlag das Regenwasser in die Bäche und das Schmutzwasser in die Kläranlage läuft. Damit diese komplexe unterirdische Infrastruktur funktioniert, muss das Netz ständig gereinigt, inspiziert, gewartet und gegebenenfalls saniert bzw. erneuert werden.



Kanal Hauptleitungen von Lindley (1901)

Bei einer Begehung im Rahmen der Eigenüberwachungsverordnung stellte der Entwässerungsbetrieb der Stadt Würzburg (EBW) zahlreiche Schäden im Hauptsiel 1, dem wichtigsten Zulaufkanal zur Kläranlage, fest. Auch entlang des Siels – gelegen im westlichen Stadtgebiet, dem Stadtteil Zellerau – befinden sich Regenentlastungsanlagen. Zusätzlich zu den Hausanschlüssen und Straßeneinläufen sind hier weitere große Zulaufkanäle angeschlossen. Das gemauerte Hauptsiel misst B/H 1400/2250 mm: Auf Grund seiner abweichenden Standardabmessungen für Eiprofile handelt es sich um ein Sonderprofil.

Der Sammler und die dazugehörigen Schachtbauwerke sind in Teilbereichen über 100 Jahre alt. Das festgestellte Schadensbild umfasste insbesondere Korrosion des Fugenmörtels, Undichtigkeiten und Fremdwassereintritt, welcher durch die unmittelbare Nähe des Mains begünstigt wurde. Die Abzweige bzw. Formstücke für die Be-

lüftung waren oftmals gerissen. In der Sohle des Hauptsieles sowie an den Bauteilen, die nur zeitweise überströmt wurden (Scheiteltbereich, Wandung in Schachtbauwerken) befanden sich Ablagerungen.

Mit der Planung und Bauüberwachung der Ertüchtigung des Hauptsieles beauftragte der EBW das Ingenieurbüro „Planungsschmiede“ aus Würzburg. Öffentlich wurden daraufhin im April 2013 erstmals in Würzburg das Einzelrohr-Lining-Verfahren ausgeschrieben. Die Ausschreibung umfasste folgende Leistungen:

- Sanierung des Hauptsieles auf einer Länge von ca. 875 Metern mit werksseitig hergestellten GFK-Rohren 2110/1260 mm einschließlich:
- Kalibrierung und Wasserhaltung
- Gerinnewiederherstellung und Angleichung in den angrenzenden Schächten
- Sanierung von Anschlussleitungen bzw. die Erneuerung der Sinkkästenanschlüsse.

Der Ausschreibung war eine hydraulische Berechnung des EBW vorangegangen, die eine Querschnittsreduzierung von ca. 16 % (Altrohr 2250/1400 auf GFK-Profil 2110/1260) berücksichtigte. Bei dieser Reduzierung können die hydraulischen Vorgaben mit $2,08 \text{ m}^2$ gerade noch erfüllt werden, was auf Grund der Lage kurz vor der Kläranlage sowie der durchschnittlichen Niederschlagsmengen von ca. 600mm/a zwingend notwendig war.

Den Angebotszuschlag mit einem Volumen von ca. 3 Millionen € erhielt die Zweigniederlassung Nürnberg der heutigen Aarsleff Rohrsanierung GmbH. Für die Abwicklung dieses ehrgeizigen Projektes war ein dreiviertel Jahr, endend im Frühjahr 2014, geplant.

Mit den Tiefbau- und Aushubarbeiten bis auf Kämpferhöhe beauftragte der EBW das Spezialtiefbauunternehmen Harald Gollwitzer GmbH aus Floß, welches auch die Einbringgrube für die GFK-Kurzrohre soweit herstellte, dass Aarsleff lediglich noch die Haube des Eiprofils in Eigenregie entfernen musste. Die im Bohrpfahlverbau hergestellte Grube wird nach der Sanierung des Hauptsieles für den zu errichtenden Stauraumüberlauf genutzt – dementsprechend war die Größe dem künftigen Überlaufbecken angepasst. Die Sanierung des 875 Meter langen Sanierungsabschnittes hatte nur von dieser einen Baugrube aus zu erfolgen. Die GFK-Profile mussten daher von hier aus in beide Richtungen eingebracht werden.



Einbringgrube

Vor den Tiefbauarbeiten und der Erneuerung der Sinkkästenanschlüsse in offener Leitungsverlegung bzw. durch Rohrvortrieb vom Hauptkanal aus, kam zunächst der Scan des Altprofils zur Ausführung. Eine Ingenieurvermessungsgesellschaft nahm mit dem 3D-Laserscanner die Kanaloberflächen in einem definierten Rastermaß auf. Auf Basis der reflektorlosen Entfernungsmessung erfolgte das Scannen des Eiprofils mit bis zu 50.000 Punkten/ Sekunde. Die Daten projizierten den Kanal als komplette 3D-Punktwolke. Dabei war die Genauigkeit für den Einzelpunkt vergleichbar mit der klassischen Tachymetrie. Eine integrierte Kamera erfasste das Profil fotografisch.

Das durch die Kalibrierung entstandene dreidimensionale Abbild des Altkanals bildete die Grundlage für den Rohrverlegungsplan. Die Länge der Rohre richtete sich nach der örtlichen Gegebenheit. Die maximale Länge wurde durch die Größe der Einbaugrube bzw. der Kurven des Kanals beschränkt. Die kurzen Längen benötigte man in Krümmungsbereichen. Im Innenradius stoßen die Elemente aneinander, im Außenradius werden die Muffen mit UP-GF Handlaminat verbunden. Darüber hinaus wurden bei den Rohrlängen die Lage der Anschlussleitungen berücksichtigt, damit kein Zulauf direkt im Rohrmuffenumfeld anzubinden war. Im Rohrverlegungsplan erfolgte dann die Dokumentation der Reihenfolge mittels fortlaufender Nummern – so wie die Rohre auf die Baustelle „Just-in-time“ angeliefert und eingebaut werden sollten.

Zusätzlich nutzte man die Möglichkeit zur manuellen Kalibrierung des gesamten Bauwerks mit einem spezialangefertigten Kalibrierkörper/Kalibrierschablone zur Simulation des gesamten Rohres.

Doch bevor die eigentliche Sanierung des altersschwachen Sammlers starten konnte, musste als weitere vorbereitende Arbeit die Wasserhaltung aufgebaut werden. Eine Analyse hatte ergeben, dass die Abwasserumleitung für Regenerignisse wirtschaftlich nicht sinnvoll wäre. Vielmehr galt es die Arbeiten bei Regen zu unterbrechen und innerhalb von nur 30 Minuten den Kanal zu verlassen, da dieser im Extremfall dann geflutet war. Gerade das hier zum Einsatz kommende Einzelrohr-Lining zählt diese Art der Flexibilität zu seinen großen Vorzügen. Um die Arbeitssicherheit jederzeit zu gewährleisten, installierte man ein Warnsystem mit mehreren Pegelwarngeräten im Stadtgebiet von Würzburg. Mittels dieses Systems – die Vorwarnung erhielten u. a. Kolonnenführer und Bauleiter auf ihr Handy – blieb Zeit, Mensch und Gerät im Ernstfall rechtzeitig in Sicherheit zu bringen. Jedoch bedurfte es hierfür ein hohes Maß an Professionalität, Disziplin und Logistik, insbesondere der Kolonnen vor Ort, denn es waren teilweise große Distanzen zurück zu legen.



Die provisorischen Abwasserdruckleitungen sind oberirdisch verlegt, wobei sie teilweise im Belag versenkt bzw. an neuralgischen Verkehrsknotenpunkten aufgestellt wurden.

Der Trockenwetterabfluss erfolgte über zwei Abwasserumleitungen im Pumpbetrieb: 15-20 Liter/Sekunde am Beginn der Sanierungsstrecke und ca. 30 Liter/Sekunde am Zufluss Weißenburgstraße. Die erste Überleitung maß 900 Meter DN 150 und diente der Entlastung des Hauptsieles; die zweite ca. 400 Meter DN 300 war auf 11.500 Einwohner ausgelegt.

Für die Abwasserumleitung am Anfang der Sanierungsstrecke war eine Abmauerung im Kanal notwendig. Diese sowie temporäre Vorabdichtungsmaßnahmen und das Entfernen von Ablagerungen bzw. Inkrustationen gehörten mit zu den vorgelagerten Arbeiten direkt auf der Baustelle. Parallel dazu lief die Produktion der GFK NC Line Profile (nicht kreisrunde Profile) an.

Aarsleff hatte hiermit die Hobas Rohre GmbH beauftragt. Im firmeneigenen Werk in Trollehagen startete die Produktion der GFK-Module DI 2110/1260 mm, max. DA Soll 1330/2180. Als erster Schritt musste hier zunächst ein Wickelkern produziert werden. Auf diesen, nach den Abmessungen des Sondereiprofils hergestellten Kern würde später das glasfaserverstärkte Kunststoff-Gemisch in einer speziellen Wickeltechnik aufgetragen. Für die 875 Meter benötigte man insgesamt 401 einzelne Profile in Längen von 1,00 bis 2,35 Metern und mit einer Wanddicke von 25 mm tragend, zuzüglich innerer und äußerer Schutz- bzw. Verschleißschichten. Bei der Berechnung der Tragfähigkeit legte man zugrunde:



- Altrohrzustand III
- SLW 60
- Lastfall Dämmerdruck in der erforderlichen Höhe über Scheitel / Auftrieb bei Ringraumverfüllung, Grundwasserstand kurzzeitig entspricht der größten Erdüberdeckung
- Grundwasserstand langfristig 3,5 m über Sohle



Es galt das „Anforderungsprofil für die Renovierung von Abwasserleitungen mit werksseitig hergestellten GFK-Rohren“ der Arbeitsgruppe süddeutsche Kommunen in der aktuellen Fassung. Vertreter der Auftraggeberseite, also EBW, Planungsschmiede und Aarsleff konnten sich bei einem Besuch der Produktion von der norm- und qualitätsgerechten Herstellung der Hobas-GFK-Rohre persönlich überzeugen.

Obwohl der Zeller Bock, die Verbindungsstraße Zell am Main nach Würzburg, gesperrt war, ging man von einem hohen Verkehrsaufkommen aus, denn im Stadtteil Zellerau befinden sich zahlreiche Gewerbebetriebe. Das Baufeld selber, im öffentlichen Straßenbereich der Mainaustraße gelegen, bot außerdem nur sehr eingeschränkte Lagermöglichkeiten. Unabdingbar daher, dass die Abstimmung zwischen Aareleff und Hobas bezüglich Anlieferung, Lagerung und Einbau der GFK-Rohre verlässlich und reibungsarm funktionierte.



Da der Einbau der GFK-Rohre von einer Baugrube aus erfolgte, mussten 342 Meter gegen Fließrichtung und 533 Meter in Fließrichtung installiert werden. Hierbei wurden zahlreiche Schacht- und Sonderbauwerke im Zuge der Sanierung durchfahren. Unmittelbar nach Verlegung durch ein Bauwerk sahen die Auflagen vor, das



Rohrzwischenlager

entsprechende GFK-Profil in Größe der Schachtöffnung aufzuschneiden, um an dieser Stelle wieder eine Zugangs- und Fluchtmöglichkeit zu schaffen. Der Einhaltung der Arbeitssicherheitsanforderungen kam höchste Priorität zu.



Rohrshuttle

Analog zum Baufortschritt wurden die GFK-Profile von Hobas angeliefert und auf dem beengten Baufeld kurzzeitig zwischengelagert. Waren sie laut Verlegungsplan an der Reihe, nahm ein kleiner Kran die GFK-Elemente auf und ließ sie in die Einbaugrube ab. Dort wurden sie durch einen Fahr- und Hubwagen aufgenommen und zum Einbauort transportiert. Der „Rohrshuttle“ wurde speziell für diese Baumaßnahme – unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Profils und der Erfahrungen aus ähnlichen Baumaßnahmen – durch Aarsleff konstruiert bzw. angepasst.



Der erste Sanierungsabschnitt ist fertig verdammt

Am Ende des Rohrstrangs musste jedes Rohr mittels Steckmuffenverbindung und Koppelgerät verbunden sowie gegen Auftrieb mit Abstandshaltern gesichert werden. Der umlaufende Ringraum betrug maximal 3 cm und wurde analog zum Verlegefortschritt abschnitts- und lagenweise - in Kammern und mindestens drei Stufen – verdammt: insgesamt ca. 260 m³.

Der Einbau der Rohre selber nahm mit ca. drei Monaten nur ein gutes Drittel der veranschlagten Gesamtbauzeit ein. Mehrere Komponenten mussten dafür gezielt ineinander greifen:

- Gewissenhafte Baustellenvorbereitung und vorausschauende Koordination
- Kontinuierliche Abstimmung Auftraggeber/Ingenieurbüro-Auftragnehmer-Lieferant
- Einsatz qualifizierter und geschulter Mitarbeiter
- Einsatz von projektspezifischer Technik

Alle in Funktion befindlichen Zuläufe und sämtliche durchfahrene Schächte und Schachtbauwerke wurden mittels UP-GF Handlaminat angebunden und laminiert. Ebenfalls laminiert wurden die Muffenverbindungen in den Bögen, wenn der Muffenspalt zu groß war sowie die Schachtunterteile bis ca. 1 m über Einstauhöhe.

Steigeisengänge ersetzte man durch Leitern aus Edelstahl sowie Einstieghilfe/ -hülsen. Ferner wurden die verbliebenen sanierungsbedürftigen - nicht durch Rohrvortrieb bzw. offene Leitungslegung erneuerten – Sinkkästenanschlüsse mittels Schlauchlining-Verfahren saniert.



handlaminiertes Schacht in der Sanierungsstrecke

Um die Möglichkeiten und Einsatzgrenzen der ausgeführten Verfahren auch anderen interessierten Netzbetreibern und Ausschreibenden zu präsentieren, lud Aarsleff im Februar zwei Mal zu einer Baustellenbesichtigung ein. Über 60 Gäste meldeten sich dazu an. Leider fiel am ersten Termin die Besichtigung des bereits fertiggestellten Sanierungsabschnittes sprichwörtlich ins Wasser.



Während die Geladenen noch bei Sonnenschein eintrafen und sich zunächst mit den Baustellendaten an Hand einer Präsentation von Auftragnehmer und Lieferant vertraut machten, setzte Starkregen ein. Innerhalb kürzester Zeit lief der Sammler



Herr Böttner, Hobas Rohre GmbH, erläutert die Herstellung bzw. Anforderungen an die Rohre

voll und den Teilnehmern blieb nur die Option aus sicherer Distanz zuzusehen, wie schnell der Wasserstand stieg und das Schmutzwasser Richtung Kläranlage strömte. Aber auch dieser Anblick beeindruckte, denn selten kann man das „live“ erleben. Der angeregte Gedanken- und Erfahrungsaustausch litt trotz des Wetterumschwungs aber nicht und der Eine oder Andere kam eine Woche später noch einmal vorbei, um dieses Mal - wie geplant - in den Kanal einsteigen zu können.

Das rundum positive Feedback galt für die interessanten Baustellenpräsentationen und die professionelle Sanierungsabwicklung gleichermaßen. Herr Bergmann, Verantwortlicher beim EBW, kommentierte nach Abschluss der Baumaßnahme „Die ausgeführten Leistungen erfolgten termingerecht und kostenkonform und auch hinsichtlich der technischen Umsetzung sind wir sehr zufrieden. Insbesondere die konstruktive Zusammenarbeit mit dem Bauleiter Stephan Vohl und Kolonnenführer Torsten Haring möchte ich hierbei hervorheben. Die Ergebnisse der externen Qualitätsprüfungen haben bestätigt, dass die Wahl des GFK-Einzelrohr-Lining für die Sanierung des Hauptsieles 1 die richtige Entscheidung war. Grundsätzlich würden wir diese Verfahren wieder ausschreiben.“