

Statik: Materialqualität und Geometrie bei Linern im Ei-Profil

Die Stadtentwässerung Frankfurt am Main (SEF) plant die Sanierung eines Regenwasserkanals in der Liederbachstraße mittels Schlauchlinerverfahren. Der Kanal weist ein Ei-Profil mit den Dimensionen DN 1200/1800 auf.

Im Rahmen der Ausschreibung erfolgte durch das IKT eine Vorbemessung gemäß DWA-A 144-3 (Tab. 1) um die relevanten Linerkennwerte für verschiedene Produkte zu definieren. Ziel war es, eine standardisierte Grundlage zu schaffen, an der sich die Anbieter orientieren können, um die herstellerübergreifende Vergleichbarkeit sicherzustellen.

Die Vorbemessung berücksichtigt jedoch ausschließlich den „Standardfall“ und geht nicht auf spezifische Details oder Besonderheiten des Kanals ein. Nach Abschluss der Ausschreibung traten zusätzliche Fragen zur spezifischen baulichen Situation des Altrohrs sowie zu den Randbedingungen auf, die eine detailliertere Betrachtung und mögliche Anpassungen der Planungsgrundlagen erforderlich machen. [1]-[3]

Besondere Randbedingungen:

- Altrohrzustand: Schlechte Substanz (Altrohrzustand III), deutliche Schädigung vorhanden
- Material: Altrohr aus Beton mit einem Größtkorn bis zu 160 mm
- Material- und Bodeneigenschaften: Keine verlässlichen Kennwerte bekannt
- Profilunregelmäßigkeiten: Herausgestemmte Berme, somit Abweichung vom Regelprofil
- Grundwasser: Hoher Grundwasserstand, $h_w = 2,5$ m über der Rohrsohle
- Geometrische Abweichungen: Maßgebliche Belastungssituation ergibt sich aus der Vorstatik, wobei die finale Form des Altrohrs nicht exakt dem Ei-Profil (2:3) entspricht

Ansprechpersonen zur aktuellen Fragestellung

KomNetAbwasser

Marco Schlüter

Tel.: 0209/ 17 806 31

Mail: schlueter@ikt.de



Aufgabenschwerpunkte:

- Ansprechpartner für die Kommunen im Netzwerk
- Begleitung der Fragestellungen
- Schnittstelle Seminare und Netzwerkarbeit Starkregenvorsorge

IKT-Fachexperte

Dr.-Ing. Mark Klameth

Tel.: 0209/ 17 806 21

Mail: klameth@ikt.de



Aufgabenschwerpunkte:

- Leiter Statik und Strukturanalysen
- Statik
- FE-Berechnung

Veranstaltungen zum Thema

Fundiertes Wissen wird in den IKT-Veranstaltungen vermittelt. Die Themenschwerpunkte werden durch das Netzwerk gesetzt. Referierenden von Netzbetreibern teile ihre Erfahrungen und bieten Raum für Diskussionen. Die unten aufgeführten Veranstaltungen bieten weiteren Raum zum Austausch und Diskussion der aktuellen Fragestellung.

Für alle Teilnehmenden am Kommunalen Netzwerk der Abwasserbetriebe ist die Teilnahme kostenfrei.

Veranstaltung	Programm und Anmeldung als Link:	Veranstaltungsleitung
Crashkurs Bodenmechanik	Programm für 2025 folgt!	Dr.-Ing. Mark Klameth
Lehrgang Kanal- und Leitungsbau	Programm und Anmeldung	Prof. Dr.-Ing. Bert Bosseler

Ergebnisse zur Fragestellung

Der Sachverhalt beschreibt das geplante Sanierungsvorhaben eines Regenwasserkanals mit Hilfe eines Liners. Derzeit herrscht jedoch noch Unkenntnis über die Material- und Bodenparameter. Diese sind im Altrohrzustand III (AZ III) für die Ausführungsstatik notwendig und entsprechend zu ermitteln, um eine sichere Dimensionierung des Liners zu ermöglichen. Im Fokus steht insbesondere auch, inwiefern die Betrachtung dieser Parameter im AZ III maßgeblich wäre, wenn der kritische Lastfall selbst bei sehr schlechten Material- und Bodeneigenschaften gemäß Vorberechnung AZ II (hoher Grundwasserstand) ist. Dies ist ein typisches Beispiel dafür, dass der AZ III nicht notwendigerweise schlechter sein muss als AZ II, obwohl diese Annahme weit verbreitet ist. Dies hängt jedoch immer von den Randbedingungen ab und ist im Rahmen der statischen Berechnung daher grundsätzlich zu überprüfen. [1]-[3]

Materialqualität:

Eine Untersuchung des Kanals hinsichtlich der Qualität des Betons hat ergeben, dass die Sohle große Fehlstellen aufweist. In der ehemaligen Betonmatrix ist in Teilen ein Größtkorn mit bis zu 160 mm feststellbar. Das große Größtkorn kann dabei auf eine inhomogene Betonmatrix hindeuten, was zu lokalen Schwachstellen im Rohr führen kann, somit potentielle Versagenspunkte im Altrohr. Weiterhin kann das Größtkorn zu höheren Porenanteilen in der Betonmatrix führen, sodass der Mörtelanteil nicht ausreicht um die Zwischenräume vollständig zu verfüllen. Hieraus resultiert eine Reduzierung der Festigkeit und Dichtheit des Materials (vgl. [4]-[6]). Für eine Probenentnahme sollte der Bohrkerndurchmesser mindestens das 3-fache der Größtkorndurchmessers betragen, da andernfalls die Gefahr einer Überschätzung der Probenfestigkeit besteht.

Der Kanal weist darüber hinaus Längsrisse auf, allerdings ohne sichtbare Ovalisierung. Die Wandbereiche sind gemäß Befahrungsvideo relativ unauffällig. Um nähere Aussagen zu Materialqualität und Wanddicke machen zu können, ist die Entnahmen von Bohrkernen zu empfehlen. Problematisch ist dabei die Wahl der Bohrkronen hinsichtlich des Größtkorns. Auch das anschließende Verschließen der Bohrlöcher bei hohem Grundwasserstand könnte problematisch sein und ist zu überdenken.

Daher sollte zunächst mit einem Bohrer vorgebohrt werden, um die Wanddicke zu bestimmen und dabei zu überprüfen, ob (und wie stark) mit eindringendem GW zu rechnen ist. Für die Ermittlung der Lagerungsdichte im Bereich des Kanals sollen Sondierungen beidseits der Kanaltrasse angesetzt werden. Hieraus sollen Werte für den E-Modul des Bodens abgeleitet werden, ebenfalls für die Berechnung nach AZ III eine wichtige Eingangsgröße für die Bettung des Rohres im Boden.

Profilgeometrie:

Die statische Vorberechnung wurde für ein Ei-Profil mit dem Regelquerschnitt (2:3) berechnet. Die Vorberechnung ergab, dass der Lastfall Wasseraußendruck (Beulen) maßgeblich ist. Dies ist bei Ei-Profilen in Kombination mit höheren GW-Ständen regelmäßig zu erwarten.

Die Verwendung von GFK-Linern mit hohen Materialkennwerten verstärkt diesen Effekt noch zusätzlich, da diese i.d.R. sehr viel schlanker ausgeführt werden können als statisch vergleichbare Nadelfilzliner.

Zusätzlich wurde in Frankfurt die im Kanal vorhandene und einseitig verlaufende Berme vor Beginn der Sanierungsarbeiten herausgestemmt. Die anschließende Befahrung mit dem Laserscanner zur Überprüfung des finalen Rohrquerschnitts zeigte, dass diese stellenweise nicht mehr mit dem 2:3 Regelquerschnitt übereinstimmt. Da die statischen Berechnungen jedoch regelmäßig von diesem Fall ausgehen, können diese Unregelmäßigkeiten die Belastungssituation erheblich beeinflussen. Da speziell Ei-Profile aufgrund der relativ flachen Kämpferbereiche sehr sensibel auf Imperfektionen reagieren, stellte sich die Frage, inwiefern diese Abweichung bzgl. der Statik auf der sicheren oder unsicheren Seite läge.

Dies lässt sich jedoch ohne weitere Untersuchungen nicht pauschal beantworten. Daher wird derzeit überlegt, zusätzlich eine vergleichende FE-Berechnung zum Versagensverhalten dieser abweichenden Geometrie im Vergleich zum Regelprofil zu simulieren. Berechnungen dieser Art sind jedoch im Vergleich mit den Standardberechnungen um ein Vielfaches teurer und werden daher nur in Ausnahmefällen durchgeführt.

Quellenverzeichnis und weiterführende Literatur

[1]	Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127 - Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen, 3. Korrigierte Auflage, August 2000
[2]	Arbeitsblatt DWA-A 143-2 - Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Lining und Montageverfahren, Juli 2015
[3]	Merkblatt DWA-M 144-3 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) für die Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, November 2012
[4]	BauNetz Wissen: Einfluss der Gesteinskörnung. Online verfügbar: https://www.baunetzwissen.de/beton/fachwissen/eigenschaften/einfluss-der-gesteinskoernung-150964
[5]	BetonWiki: Größtkorn. Online verfügbar: https://beton.wiki/index.php?title=Gr%C3%B6%C3%9Ftkorn
[6]	Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e.V. (FBS): Technisches Handbuch – FBS-Betonkanalsysteme, 2022. Online verfügbar: https://betonwerk-bieren.de/wp-content/uploads/2023/04/FBS-Technisches-Handbuch_Ver6_Download.pdf
[9]	B. Dartsch: Einfluß des Zuschlaggrößtkorns auf die Zusammensetzung und die Druckfestigkeit des Beton. Düsseldorf. Online verfügbar: https://mitglieder.vdz-online.de/fileadmin/gruppen/vdz/3LiteraturRecherche/Fachaufsaetze/1971_1980/Betontechnische_Berichte_71_Einfluss_des_Zuschlaggroessttkorns_auf_die_Zusammensetzung_und_Die_Druckfestigkeit_des_Betons.pdf

Über: Fragestellungen an das KomNetAbwasser

Im Rahmen des Engagements im Kommunalen Netzwerk der Abwasserbetrieben steht den teilnehmenden Kommunen die technische und organisatorische Beratung durch die Mitarbeitenden des IKT - Institut für Unterirdischen Infrastruktur zur Verfügung. Die thematischen Schwerpunkte liegen insbesondere auf technischen und organisatorischen Frage- bzw. Aufgabenstellungen in der täglichen Sachbearbeitung.

Die Beantwortung der Fragestellungen erfolgt unter Einbindung der jeweiligen IKT-Fachexperten, dem Know-How aus dem Kommunalen Netzwerk der Abwasserbetriebe, sowie ergänzend durch Fachliteratur. Des Weiteren stehen die Referenten, die in den IKT-Seminaren eingebunden sind, mit ihrem Wissen zur Verfügung.

Die Betreiberfragen werden zur Validierung und Diskussion darüber hinaus in der wöchentlich stattfindenden Abwassersprechstunde vorgestellt und die Ergebnisse in diesem Dokument eingebunden.

Die Fragestellungen selbst werden dabei unverändert, als direktes Zitat aufgenommen, sofern nicht explizit auf vertrauliche Daten und Informationen hingewiesen wird.