

Baubegleitendes Qualitätscontrolling im Kanalbau

Ganzheitliche Projektbegleitung ■ Technisch komplexe Großinvestitionen, wie der Bau oder die Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen, erfordern ein ganzheitliches Qualitätsmanagement, denn Baumängel, eine nicht plankonforme Ausführung und Schnittstellen-Probleme verursachen immer wieder hohe Folgekosten. Wie sich aufwändige Nachbesserungen oder Rechtsstreitigkeiten vermeiden lassen, zeigt das Beispiel der Stadt Taunusstein, die TÜV SÜD-Experten mit einem baubegleitenden Qualitätscontrolling beauftragt hat.

In Deutschland gibt es nahezu 500.000 km öffentliche Abwasserkanäle. Hinzu kommen rund eine Million Hausanschlüsse und Grundstücksleitungen. Ein großer Teil der Abwassernetze bedarf der dringenden Sanierung oder Erneuerung. Reinvestitionen wurden in der Vergangenheit entweder gar nicht oder nur unzureichend getätigt, was sich in einem zunehmenden Verfall der Substanz zeigt. Kommunen verschieben die entsprechenden Maßnahmen mit dem Hinweis auf leere Kassen nicht selten von einem Jahr auf das nächste. Private Grundstückseigentümer halten sich mit Reinvestitionen meist gänzlich zurück.

Derweil verpflichten Gesetze die Betreiber von Abwasserkanälen und -leitungen dazu, die Anlagen so zu be-

Kunststoffrohre erfordern spezielle Expertise

Auch im Kanalbau gewinnen Kunststoffe an Bedeutung. So werden bei Sanierungen häufig Kunststoff-Inliner eingebaut. Grundlegend für ein erfolgreiches Qualitätscontrolling sind hier die umfassende ingenieurtechnische Begleitung und aussagekräftige Daten zum verwendeten Kunststoff. Um zu ermitteln, ob die Rohre die gewünschten Anforderungen an Wanddicke, Elastizitätsmodule, Biegefestigkeit und Kriechneigung erfüllen, müssen fachgerecht Proben entnommen und analysiert werden. Die TÜV SÜD-Experten arbeiten hierfür mit dem hauseigenen Institut für Kunststoffe zusammen, das über eine Vielzahl von Versuchsmöglichkeiten wie 3-Punkt-Biegeversuch, Scheiteldruckversuch, Dynamische Differenz-Kalorimetrie (DSC-Analyse), Spektralanalyse, oder Kalzinierung verfügt. Da die Prüfergebnisse dem Bausachverständigen direkt mitgeteilt werden, können zu ergreifende Maßnahmen auf sehr kurzem Weg vorgeschlagen und abgestimmt werden.

treiben und in Stand zu halten, dass keine Undichtigkeiten beim „Sammeln und Transport des Abwassers“ auftreten. Der Nachweis über Dichtheit der Abwasserkanäle und -leitungen muss bei teilerneuertem und neu verlegten Ab-

wasserleitungen sofort erbracht werden, bei Altbestand bis 2015. Schließlich bergen defekte und undichte Kanalsysteme erhebliche Umweltrisiken wie die Verunreinigung von Böden und Grundwasser.



Abb. 1 Leitungszone nach DIN EN 1610

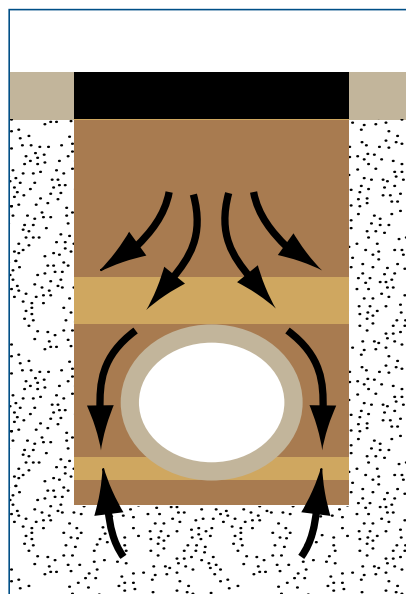


Abb. 2 Verhalten biegeweicher Rohre

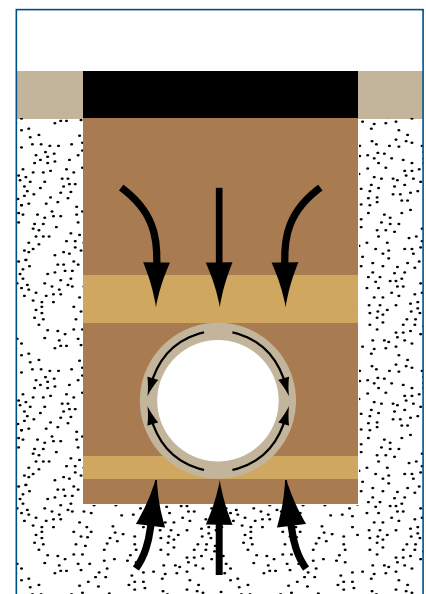


Abb. 3 Verhalten biegesteifer Rohre

Das Problem: Sobald die Abwasserkanäle eingebaut sind, sieht man sie nicht mehr und Ausführungsmängel treten oft erst als Spätschäden auf. Um sicherzustellen, dass sich Kanalbaumaßnahmen nachhaltig rechnen, müssen Betreiber die vorhandenen Mittel zielgerichtet und unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten einsetzen. Wie die Stadt Taunusstein setzen immer mehr Kommunen auf das baubegleitende Qualitätscontrolling durch unabhängige Experten. Die plangerechte und optimale Bauausführung sichert die Wirtschaftlichkeit des Projekts, senkt die Betriebskosten des Abwassernetzes und verlängert die Nutzungsdauer. Auch werden unnötige Überdimensionierungen von Abwassernetzen vermieden.

Ganzheitliche Projektbegleitung in Taunusstein

Taunusstein ist mit etwa 29.000 Einwohnern die größte Stadt im Rheingau-Taunus-Kreis in Hessen. Entstanden ist die Stadt im Oktober 1971 durch Zusammenschluss der ehemals selbstständigen Gemeinden Bleidenstadt, Hahn, Neuhaus, Seitzenhahn, Watzhahn und Wehen. Gemäß des Hessischen Wassergesetzes (HWG) und der Verordnung über die Eigenkontrolle von Abwasseranlagen in Hessen (EKVO) sind die Stadt Taunusstein und die Stadtwerke als Betreiber verpflichtet, ihre Abwasseranlagen regelmäßig zu kontrollieren. Im Jahr 2009 einigte man sich darauf, frühzeitig entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Begonnen wurde zunächst in den Wasserschutzgebieten der Stadtteile Bleidenstadt, Hahn, Seitzenhahn und Wehen. Eine Zustandserfassung und Schadensklassifizierung nach EKVO führte zu dem Ergebnis, dass umfangreiche Sanierungsarbeiten notwendig waren.

Damit bei Bautätigkeiten Qualitätsprobleme rechtzeitig erkannt und nachfolgende Schäden vermieden werden, sollte besonderes Augenmerk auf dem tatsächlichen Erbringen der vertraglich geschuldeten Leistung und der Sorgfalt bei der Bauplanung sowie Bauausführung liegen. Dazu bedarf es sowohl einer umfassenden technischen und planerischen Expertise als auch der Kenntnis aller relevanten Normen und

Richtlinien. Aufgrund der erwarteten Beeinträchtigungen für die Anlieger und den Durchgangsverkehr sollte im vorliegenden Fall zudem ein möglichst schneller und reibungsloser Ablauf der Bauarbeiten sichergestellt werden. Hierfür hat die Stadt Taunusstein TÜV SÜD mit dem Controlling der Kanal- und Erdarbeiten für den Leitungsbau beauftragt – von der Planung bis hin zur Abnahme. Die wesentlichen Bestandteile waren:

1. Die Technische Vertragsprüfung, bei der Unschärfen und Widersprüche ausgeräumt werden. Denn je klarer die Bauleistungsbeschreibung und je treffender die Ausschreibungsleistungsverzeichnisse formuliert sind, desto weniger Streitfragen gibt es bei der Bauausführung und bei der Bauabnahme.

2. Die Planprüfung, bei der die Experten technische Aspekte wie Materialqualität sowie Systemeigenschaften untersuchen und Bodengutachten berücksichtigen. Denn je besser die Bauplanung, desto besser die Bauausführung und Bauqualität.

3. Baubegleitende Begutachtungen, in deren Rahmen die Experten die Baustelle begehen und prüfen, ob die Bauausführung den Plänen, den Normen, den allgemein anerkannten Regeln der Technik und der vertraglich vereinbarten Leistung entspricht. Denn Bauschäden gehen immer auf Planungs- und/oder Ausführungsfehler zurück. Ein besonderes Augenmerk legen die Gutachter vor diesem Hintergrund auf neualgische Bauteile, auf die Baustellenorganisation und auf die grundsätzlichen Arbeitsschritte vor Ort: Abladen auf der Baustelle, Kontrolle und Abnahme der Lieferungen, Lagerung auf der Baustelle, Aushub des Rohgrabens, Verbau, Böschung, Ausführung der Bettung, Rohrprüfung vor Einbau, Verwendung von Gleitmitteln, Einbringen der Rohre, Einbau der Rohre, Verfüllen und Verdichten der Leitungszone, Ziehen des Verbaus, Ausführung der Hauptverfüllung, Prüfen der Leitungszone, Dichtheitsprüfung, Schachteinbau sowie Erstellung der Hausanschlüsse. Nach jeder Begehung wird ein Bericht erstellt, der gutachterliche Feststellungen und wichtige Details ►



Abb. 4 Mangelhafter Rohrleitungsbau: Bei einem derart mangelhaften Verbau können die Seitenwände einbrechen. Der Rohrgraben ist nicht auf ausreichende Grabenlänge verbaut und der Graben nicht breit genug. In der Leitungszone befindet sich mangelhaftes Verfüllmaterial.



Abb. 5 Mangelhafte Leitungszone: Der Arbeitsraum zwischen Verbau und Rohr ist zu gering, um die fachgerechte Verdichtung der „Zwickel“ zu ermöglichen. Das Verfüllmaterial der Leitungszone ist steinhaltig mit Bestandteilen größer als 40 mm, zudem sind Fremdmaterialien enthalten wie etwa bituminöser Straßendeckenabbruch. Die Seitenverfüllung wurde nicht verdichtet.

enthält, teilweise dokumentiert mit Fotos. Mängel werden in einer Liste dokumentiert. Sofern es der Bauabschnitt zulässt, können diese sofort be-

hoben werden. Bei der nachfolgenden Begehung wird die Beseitigung der Mängel, soweit noch einsehbar, kontrolliert.

4. Die gutachtliche Begleitung der Bauabnahme auf Basis der Vertragsunterlagen, der allgemein anerkannten Regeln der Technik und der erfolgten baubegleitenden Begutachtungen. Da nur wesentliche Mängel zur Verweigerung der Abnahme berechtigen, ist das Expertenurteil darüber wichtig, ob ein Mangel wesentlich oder unwesentlich ist.

5. Gegebenfalls die Mediation durch einen unabhängigen und neutralen Partner. Bei schwerwiegenden Baumängeln und Schäden empfiehlt sich – vor einer gerichtlichen Auseinandersetzung – die Mediation mit Gesprächen zwischen den Parteien, um eine Einigung über Lösungen zu erhalten. Ziel ist, den Konfliktparteien zu eigenverantwortlichen, kostengünstigen und pragmatischen Regelungen zu verhelfen. Die gemeinsam erarbeiteten Lösungen werden schriftlich fixiert und von allen Parteien unterzeichnet.

Umsetzung nach DIN EN 1610 und DWA-A 139

Allgemein anerkannte Regel der Technik für Planung, Bau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen außerhalb von Gebäuden ist u. a. die Norm DIN EN 1610 „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -Kanälen“. Das Arbeitsblatt DWA-A 139, das am 22.12.2009 von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) veröffentlicht wurde und das bisherige Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 139 ablöst, soll die Anwendung und Interpretation der DIN EN 1610 erleichtern und die in dieser Norm enthaltenen Spielräume für die am Bau Beteiligten erkennbar und nutzbar machen. Das Arbeitsblatt DWA-A 139 gilt für Planung, Bau und Prüfung erdüberdeckter, in offener Bauweise und oberirdisch eingebauter Abwasserleitungen und -kanäle außerhalb von Gebäuden sowohl für den Neubau, als auch die Erneuerung von Abwasserleitungen und -kanälen.

Die Ergänzungen und Hinweise beziehen sich auf die Planung, den Einbau der Rohre, deren Prüfung, die zu verwendenden Baustoffe sowie die Abnahme. Des Weiteren werden die an die Qualifikation des ausführenden Unternehmens zu stellenden Anforderungen

| Nennweite DN | Mindestgrabenbreite (OD +x) [m] | | |
|---------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------|
| | Verbauter Graben | Unverbauter Graben | |
| | | $\beta > 60^\circ$ | $\beta \leq 60^\circ$ |
| ≤ 225 | OD + 0,40 | OD + 0,40 | |
| 225 bis ≤ 350 | OD + 0,50 | OD + 0,50 | OD + 0,40 |
| 350 bis ≤ 700 | OD + 0,70 | OD + 0,70 | |
| 700 bis ≤ 1200 | OD + 0,85 | OD + 0,85 | |
| 1200 | OD + 1,00 | OD + 1,00 | |

OD = Außendurchmesser im Schaftbereich [m]
 β = Böschungswinkel des unverbauten Grabens, gemessen gegen die Horizontale
 Der Mindestarbeitsraum zwischen Rohr und Grabenwand bzw. -verbau beträgt x/2.

Tabelle 1 Mindestgrabenbreite in Abhängigkeit von der Nennweite DN nach DIN EN 1610

beschrieben. Die Anhänge des Arbeitsblattes enthalten Anforderungen an Musterbauanleitungen sowie Hinweise auf wirtschaftliche Aspekte. Gemeinsam mit der DIN EN 1610 angewendet, enthält das Arbeitsblatt Regelungen für eine qualitativ hochwertige Bauausführung von Entwässerungsleitungen und -kanälen. Die Voraussetzung für ein langfristig funktionierendes und dichtes Kanalnetz wird dabei neben der fachgerechten Herstellung der Leitungen und Kanäle in der Verwendung geeigneter und beständiger Bau- und Werkstoffe gesehen.

So muss der Planer in der Rohrlieferposition die Belastung der Rohrleitung nach dem vorgesehenen Einbau, das heißt entsprechend der Grabenausbildung, Verbau und Rückbau, Bettung sowie Verfüllung, ermitteln und die erforderliche Lastklasse für biegesteife Rohre beziehungsweise Steifigkeitsklasse für biegeweichere Rohre (Mindestwert)

| Grabentiefe [m] | Mindestgrabenbreite [m] |
|-----------------------------|-------------------------|
| < 1,00 | Nicht vorgegeben |
| $\geq 1,00$ bis $\leq 1,75$ | 0,80 |
| $> 1,75$ $\leq 4,00$ | 0,90 |
| $> 4,00$ | 1,00 |

Tabelle 2 Mindestgrabenbreite in Abhängigkeit von der Grabentiefe nach DIN EN 1610

angeben. Die Tragfähigkeit der gelieferten Rohre garantiert der Rohrhersteller gemäß der genormten Klasse. In der Ausschreibung sollte die Grabenausbildung einschließlich Verbau so dimensioniert werden, dass ein fachgerechter und sicherer Einbau der Rohrleitungen möglich ist. DIN EN 1610 enthält Mindestgrabenbreiten, die sich aus dem Schaftdurchmesser der Rohre und weiteren Berechnungsparametern

zusammensetzen. Diese Mindestgrabenbreiten sollen die gesetzlichen Unfallverhütungsvorschriften erfüllen, einen ausreichenden Arbeitsraum gewährleisten und die fachgerechte Verdichtung der Seitenverfüllung ermöglichen (Tab. 1+2). Die Mindestgrabenbreite darf nur in begründeten Ausnahmefällen, wie etwa bei besonderen Verlegetechniken, unterschritten werden. Der lichte Abstand zwischen den Grabenwänden bzw. den Verbauelementen wird als Grabenbreite definiert. Werden zwei Rohre in einem Graben verlegt, so beträgt der erforderliche Arbeitsraum zwischen den Rohren mindestens 35 cm.

Ausführungsqualität entscheidend

Den Erfahrungen von TÜV SÜD zufolge verleitet die hohe Materialqualität der hierzulande verarbeiteten Baustoffe oft dazu, beim Kanalbau wichtige Ausführungsgrundsätze zu vernachlässigen (Abb. 4+5). Vor diesem Hintergrund gilt es beim Qualitätscontrolling ein umfassendes Spektrum von Aspekten zu berücksichtigen. So beeinflusst der fachgerechte Einbau von geeignetem Verfüllmaterial in der Leitungszone (Abb. 1) entscheidend die Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit, Betriebssicherheit und somit die Nutzungsdauer von Entwässerungsleitungen und -kanälen. Gemäß DIN EN 1610 wird die Leitungszone von der Bettung (untere und obere Bettungsschicht), Seitenverfüllung, und der Abdeckung gebildet. Die Ausführung dieser Leitungszone, insbesondere der Bettung und der Seitenverfüllung, ist entscheidend dafür, ob das Tragwerkssystem Rohr/Boden so funktioniert wie im statischen Nachweis angenommen. ►

Dabei wird grundsätzlich zwischen zwei statischen Tragverhalten unterschieden: biegeweiches (Abb. 2) und biegesteifes (Abb. 3) Verhalten. Biegeweiche Rohre sind meist aus Kunststoff und zeichnen sich dadurch aus, dass sie weicher sind als das umgebende Material. Diese Rohre verformen sich unter Lasteinwirkung und aktivieren durch die Verformung Stützkräfte in der Seitenverfüllung. War die Verdichtung der Seitenverfüllung jedoch zu gering, kann sich ein biegeweiches Rohr unter Umständen bis hin zum Versagen verformen. Als biegesteif bezeichnet man dagegen Stahlbetonrohre oder Steinzeugrohre, die steifer sind als das umgebende Material. Lastwirkungen werden auf das Rohr konzentriert und in den Rohrwandungen abgetragen. Konzentrieren sich jedoch aufgrund mangelhafter Seitenverfüllung zu hohe Lasten auf dem Rohr, kann dies zu erheblichen Beschädigungen führen. Werden beim Controlling Abweichungen zwischen Rohrstatik und örtlichen Gegebenheiten beziehungsweise Ausführung festgestellt, muss gegebenenfalls die Rohrstatik überrechnet werden. Wichtige Anhaltspunkte zur statischen Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen stellt das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. dar (Abb. 4 + 5).

Schäden entstehen nicht selten, wenn einzelne Beton- und Stahlbetonrohre mit dem Baggerlöffel zusammengeschoben werden. Diese Methode ist von der Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e. V. untersagt, da hierbei unkontrollierte Kräfte (Drehbewegung) auftreten können. Für das kontrollierte Zusammenführen der Rohre empfehlen die Richtlinien für den Einbau von Beton- und Stahlbetonrohren Rohrzuggeräte, die entweder außen oder innen angreifen (Stand 2007). Da auch diese Rohrverbindungen nicht nur dicht, sondern auch „gelenkig“ sein müssen, ist zwischen den Rohren eine Stoßfuge von mindestens 5 mm einzuhalten. Die maximalen Stoßfugenbreiten hinsichtlich Dichtheit ohne besondere Nachweise beschränkt die Fachvereinigung gemäß Tabelle 3.

Bei der Qualitätsüberwachung gilt es zudem darauf zu achten, ob beim Ein-

| Nennweite | Stoßfugenbreite [mm] |
|--------------------|----------------------|
| DN 600 | 15 |
| DN 700 bis DN 1200 | 20 |
| DN 1300 bis 1500 | 25 |
| DN 1600 | 30 |

Tabelle 3 Grenzwerte für Stoßfugenbreiten an Rohrverbindungen von FBS-Beton- und Stahlbetonrohren. Größere Stoßfugenbreiten sind nur in Abstimmung mit den Herstellern der Rohre und Dichtmittel zulässig.

füllen der Abdeckung und der Hauptverfüllung Schäden am Rohr entstanden sind – etwa, weil ungeeignetes Verfüllmaterial verwendet wurde oder zu schwere Verdichtungsgeräte. Auch die Anschlüsse der Rohrleitung an Schächte und Bauwerke bedürfen besonderer Aufmerksamkeit. Dabei muss gewährleistet sein, dass trotz der nötigen Gelenkigkeit („doppelgelenkig“) auch die erforderliche Dichtheit und Standfestigkeit („scherkraftsicher“) realisiert wurde. Auch beim Rückbau des Verbaus stellen die Experten von TÜV SÜD häufig Nachlässigkeiten fest. Um Auflockerungen der verdichteten Verfüllung zu vermeiden, muss vor dem Verdichten des lageweisen einzubringenden Verfüllbodens der Verbau ebenfalls lageweise gezogen werden. Ein Ziehen des senkrechten Verbaus erst nach dem Verdichten kann zu starken Schäden an den Rohren führen und wäre zwingend im statischen Nachweis zu berücksichtigen. Am Ende stehen ausführliche Überprüfungen der bereits verlegten Rohre auf Grundlage der DIN EN 1610 und des Arbeitsblattes DWA A 139, insbesondere auf Dichtheit. Es ist empfehlenswert, in der Leitungszone die Verdichtung des Materials bereits während des Einbaus baubegleitend zu prüfen.

Begehungsprotokolle zum Soll- und Ist-Zustand

TÜV SÜD hat zunächst die vorliegenden Pläne und Verträge geprüft: Angebotsleistungen der ausführenden Baufirma und Subunternehmern, Terminvereinbarungen sowie Auftragschreiben und

Rechnungen. Dabei war insbesondere die Vergabe- und Vertragsordnung (VOB) zu beachten, die die Auftragsvergabe durch die öffentliche Hand regelt. Anhand zahlreicher Vor-Ort-Begehungen wurde der Stand der vertragskonformen Ausführungsqualität protokolliert. Das sichert den Beteiligten größtmögliche Transparenz, etwaige Mängel können schnellstmöglich behoben werden.

Die gutachtliche Begleitung der Abnahme durch TÜV SÜD hat bestätigt, dass die Baumaßnahmen im Wesentlichen vertragskonform und nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik ausgeführt wurden. Trotz einer Auftragsverlängerung konnten alle Termine eingehalten werden. Allerdings erfolgte die im Abnahmeprotokoll festgesetzte Mängelbeseitigung nicht termingerecht, wodurch eine Nachfristsetzung nötig war. Die Rechnungen einschließlich der Nachträge haben die Experten auf Plausibilität, Nachvollziehbarkeit und Angemessenheit geprüft. Streitige Positionen wurden in Mediationsgesprächen geklärt.

Fazit

Die Stadt Taunusstein profitiert durch das baubegleitende Qualitätscontrolling durch TÜV SÜD von einer wirtschaftlichen und plangerechten Ausführung, geringeren Betriebskosten und einer verlängerten Nutzungsdauer. Fehler wurden frühzeitig erkannt und rechtzeitig beseitigt. Termintreue und ein eingehaltenes Budget sind weitere Vorteile.

Abbildungen: TÜV SÜD Industrie Service GmbH

Autor:

Dipl.-Ing. Hubert Orf
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Abteilung Bautechnik
Rüdesheimer Str. 119
64285 Darmstadt
Tel.: 06151 600-352
Fax: 06151 600-355

E-Mail: hubert.orf@tuev-sued.de
Internet: www.tuev-sued.de/is

