

Neubau und Sanierung von Rohrleitungen in offener Bauweise - Probleme mit der Rohrleitungszone und Verwurzelung

Ing. Ing. Ernst. J. Kronberger, Perl

Um die Instandhaltungskosten von Leitungsnetzen zu senken, sollten bei Neubau und Sanierung die neuesten Erkenntnisse zur Verbesserung der Qualität der Gewerke berücksichtigt werden. Zur Instandhaltung von Leitungsnetzen gehören auch die Baukosten und demzufolge auch die Beseitigung von Schäden an Fahrbahnen, die besonders nach Kanal- und Rohrleitungsarbeiten in bindigen Böden ansteht.

Bereits Ende der 80er Jahre wurde die Ursache von Spätfolgen in einer Fachschrift dokumentiert, die von den heutigen Neckarwerken und der TU Karlsruhe erstellt wurde. In dieser Fachschrift heißt es z.B. „Wenn Dauerschäden vermieden werden sollen, müssen Gräben in bindiger Umgebung wieder mit bindigem Boden verfüllt werden.“ Der Grund für die Dauerschäden bei klassischem Materialaustausch liegt am unterschiedlichen Verhalten der Verfüllmassen gegenüber dem natürlich anstehenden Boden.

Konzept Kronberger

Kronberger hat für dieses Problem ein Konzept entwickelt. Nicht nur die Verdichtbarkeit der Böden muss durch eine Aufbereitung mit Weißfeinkalk erreicht werden, auch die bei normaler Kalkbehandlung eintretende Langzeitaushärtung bzw. Verfälschung durch die puzzolanische Reaktion muss verhindert werden. Eine einfache Vorgehensweise und zuverlässige Kontrolle wurde erarbeitet, die eine dauernde Grab- und Quellfähigkeit der Böden garantiert (Bilder 1 bis 3).



Bild 1: Messung der E_{vd} -Werte beim Ausheben des Leitungsgrabens



Bild 2: Vermischung des Bodens mit der berechneten Menge Zuschlagstoff



Bild 3: Tragwerkskontrolle sofort nach dem Verdichten und jeweils 24 Stunden später über mehrere Tage

Einsatz magerer Sande und Splitte

Etwas problematischer und komplexer ist die Rohrleitungszone: Nicht nur die Rohrqualität bestimmt die Lebensdauer, sondern auch die Verlegequalität und die Vorsorge für spätere Einflüsse. Besonders in bindigen Böden wurden in der Vergangenheit und werden zum Teil immer noch die Spätfolgen mit eingebaut.

Die Verwendung magerer Sande und Splitte verursachen gleich mehrere Probleme:

- ▶ Magere Sande und Splitte sind rollig und lassen sich nur schwer korrekt und gleichmäßig verdichten. Hierdurch entstehen Punktaufgaben als eine der Schadensursachen.
- ▶ Durch magere Sande und Splitte entsteht eine Längsdrainage entlang der Rohre. Tonsperren können die sich bildende Drainagewirkung auf Dauer nicht verhindern, da das Wasser leicht einen Weg findet, um die Tonsperre zu umgehen.
- ▶ Feinstteile werden ausgeschwemmt und abgeführt, wodurch Setzungen entstehen. Die Drainage kann möglicherweise sogar eine Absenkung des Grundwassers hervorrufen, so dass Setzungen bis weit außerhalb des Grabens entstehen. Das Drainagewasser sammelt sich am Schacht; durch Feuchtesättigung des Untergrundes und verkehrsbedingte Erschütterungen kommt es zu Setzungen der Schachtsohle und konsequentem Bruch zwischen Schacht und Rohr. Durch austretendes Wasser bei hohem Flussvolumen und abfließendes Wasser bei geringem Flussvolumen entsteht eine zusätzliche Spülwirkung, die weitere gravierende Schäden nach sich zieht.
- ▶ Nach neuesten Erkenntnissen über die Verwurzelung von Rohren werden hierauf zurückzuführende Schäden erklärbar. Die Wurzeln nehmen den bequemsten Weg. Magere Sande und Splitte bieten den Wurzeln wenig Widerstand, so dass die Wurzeln schnell bis an das Rohr vordringen und sich im Muffenbereich den Weg zum Wasser bahnen. So heißt es in einer Veröffentlichung der VDI vom 21.11.03 wörtlich: „Eigentlich war man sich einig: Die Wurzel drängt zum Wasser,

das an undichten Stellen aus den Rohren sickert. Doch Ingenieure und Biologen am Lehrstuhl für spezielle Botanik des Botanischen Gartens der Ruhr-Universität Bochum (RUB) und des Instituts für unterirdische Infrastruktur (IKT), Gelsenkirchen, widerlegten jetzt die „Leck-Hypothese“: Sie fanden heraus, dass die Dichte des Bodens über das Richtungswachstum der Wurzel entscheidet und ziehen Konsequenzen für den Leitungsbau.

Neue Erkenntnisse über Verwurzelung

Die primäre Funktion der Wurzel ist die Wasseraufnahme. Deshalb vermuteten Biologen und Ingenieure zunächst, dass die Wurzeln zum Wasser wachsen, das aus undichten Rohren sickert. Dagegen spricht u. a., dass die Wurzeln oberhalb des mittleren Wasserstandes an der Muffe (Rohrverbindung) in das Rohr eindringen, kaum in das Abwasser eintauchen und – wo dies doch der Fall ist – stark geschädigt sind. Außerdem verzweigen sich die Wurzeln außerhalb des Rohres kaum, was im feuchten Boden der Fall wäre.

Schließlich nehmen die Forscher die Wurzelhaube (Kalyptra) in Sachen Richtungswachstum näher ins Visier. Sie bohrt sich in den Boden, indem hinter der Kalyptra liegende Zellen nach vorn gedrückt werden. Und hier fand sich die Lösung: Wie in der Menschenmenge im Fußballstadion weitere hinzuströmende Gruppen dorthin ausweichen, wo noch Platz ist, entscheidet die Dichte des Bodens über die Richtung des Wurzelwachstums. An einer Dichtegrenze wächst die Wurzel immer in das weniger dichte Substrat hinein.

So kann der ganze Leitungsgraben zur „Dichtefalle“ werden, wenn das Füllmaterial einen für das Wurzelwachstum „bequemen“ Porenraum besitzt. Dann wachsen die Wurzeln parallel zur Rohrleitung und erreichen mit der ersten Muffe (Rohrverbindung) die nächste „Dichtefalle“ – einen Hohlraum, der sich aus der Konstruktion ergibt. Die ausgegrabenen Rohre zeigen, dass eine Wurzel mehr als zwei Jahre in diesem Hohlraum wachsen kann (Jahresringe der Wurzeln). Dann hat sie sich den Rückweg in der Regel selbst „verbaut“, schiebt die Dichtung beiseite und dringt in das Innere des Rohres ein – Dichtefalle Nummer 3 ist erreicht.

Da Einwurzelungen in Leitungsrohren zehn und mehr Jahre dauern, Forschungsergebnisse aber in rund zwei Jahren vorliegen müssen, wollen die Biologen durch geeignete Modellorganismen aus dem Botanischen Garten der RUB und durch Modellversuche den Untersuchungszeitraum verkürzen und ihre Ergebnisse weiter festigen. Doch schon jetzt zeigt sich, dass auch ordnungsgemäß verlegte, intakte Rohrleitungen gegen Wurzelschäden kaum gefeit sind. Auch Dichtungsgestaltung sowie Bettung der Leitung und die Verfüllung der Gräben müssen unter dem Gesichtspunkt der Wurzelfestigkeit zukünftig mehr berücksichtigt werden.

Derzeit untersuchen die Biologen außerdem, ob ein möglicher „Sauerstoffgradient“ das Richtungswachstum zusätzlich beeinflusst: Dichtungen können – auch wenn sie keine Flüssigkeitslecks aufweisen – für Gase durchlässig werden. Da Wurzelwachstum Energie und damit immer auch Sauerstoff verbraucht, wäre denkbar, dass die Sauerstoffversorgung über Leitungssysteme eine Rolle spielt – besonders in Städten, in denen die Bodenoberfläche stark versiegelt ist. Bislang haben die Forscher dafür aber noch keine Anhaltspunkte gefunden.“



Bild 4: Es entsteht eine gut rieselfähige und verdichtbare Körnung 0-4 mm aus dem aufbereiteten Boden

Konsequenzen für die Rohrleitungszone

Durch die Verwendung aufbereiteter, bindiger Böden (Bild 4) für die Rohrbettung und Überdeckung ist die Erfüllung der im Zitat erhobenen Forderung, die Rohrleitungszone diesen Erkenntnissen anzupassen, auf gutem Wege.

Das neue DVGW-Arbeitsblatt W 400-2 ermöglicht „die Verwendung anstehender Böden zur Bettung und Überdeckung der Rohre, sofern diese verdichtungsfähig sind“, d. h.: Besonders in Gräben mit bindigen Böden kann durch das Konzept Kronenberger das Rohr in den aufbereiteten Boden verlegt werden, der eine hohe Dichte hat und sich genau so wie der rechts und links anstehende Boden verhält, im Gegensatz zu den üblicherweise



Bild 5: Rohrbettung und Umhüllung mit Feinkorn aus aufbereitetem Boden. Das Kunststoffrohr ist bis zum Scheitel gebettet und umhüllt. Das sehr verdichtungswillige Material stopft die Zwickel und erlaubt eine gute Verdichtung, ohne einen Auftriebseffekt auf das Rohr auszuüben.

für die Bettung und Überdeckung verwendeten mageren Sanden und Splitten.

Es ist allseits bekannt, dass bei Kontrollen mit Bodensonden die Schlagzahl in der Rohrzone stark abfällt. Bei der Verwendung aufbereiteter, bindiger Böden in der Rohrzone, die mit dem Rüttelstamper verdichtet wurden, steigen die Schlagzahlen an (Bilder 5, Seite 35 und 6). Insofern ist dies ein deutlicher Hinweis, konsequent die Einführung der Bodenverbesserung weiter zu verfolgen, da nicht nur der große Rationalisierungseffekt von Interesse ist, sondern auch die wesentlich verbesserte Qualität des Gewerkes als eine Voraussetzung für eine lange Funktions-sicherheit der Rohrleitungen.

Schließlich sind die Erkenntnisse auch von großem Interesse für das Forschungsinstitut für Tief- und Rohrleitungsbau Weimar, die Technologie zum Vergießen der Rohrleitungszone konsequent weiter zu entwickeln, da hierdurch auch die zuvor aufgezeigten Probleme, insbesondere auch der Verwurzelung, gelöst werden. So wie die wieder eingebauten, bindigen Böden hat der Weimarer Bodenmörtel eine hohe Dichte, wodurch die vergossene Rohrleitungszone auch in sandigen Böden zuverlässig vor einer Verwurzelung geschützt wird. ■

Rammsonde je 10 cm	Bauvorh.: Spechtsberg Verdichtung mit Rüttler Verbesserter Boden mit 1% WFK	
6	Verfüllzone	Die Tragwerte entwickelten sich erwartungsgemäß über mehrere Tage und stabilisierten sich nach 6 Tagen bei einem E_{vd} von 49,45 MN. Der pH-Wert stellte sich bei pH 11 ein.
6		
7		
7		
10		
8		
7		
5		
9		
23	Rohrzone	
21		
18		
18		
12		

Bild 6: Die mit dem Rüttelstamper verdichtete Rohrzone zeigt gegenüber der mit der Rüttelplatte verdichteten Verfüllzone 3-fache Werte auf. Dabei hat der verbesserte Boden eine außerordentlich hohe Scherfestigkeit, wodurch eine intensive Verdichtung möglich ist

Kurz-Informationen

Kunststoffrohrtage 2005 - wieder in Würzburg!

Die Kunststoffrohrtage in Würzburg (2002) und Köln (2003) waren mit jeweils rund 200 Teilnehmern, 25 Ausstellern und einem breitgefächerten Themenspektrum erfolgreiche Gemeinschaftsveranstaltungen von KRV, SKZ und RBV. Die Kunststoffrohrtage 2005 finden am 14./15. November wieder in Würzburg statt – mit einem interessanten, abwechslungsreichen und aktuellen Tagungsprogramm, einer fachbegleitenden Ausstellung und einem attraktiven Rahmen.



14./15. November 2005
Congress Centrum



Neben Plenumsvorträgen mit allgemein-interessierenden Themen (z.B. Stand technischer Regelwerke, Zukunft der Qualitätssicherung und Fehlervermeidung beim Bau von Rohrleitungen), sollen in parallelen Vortragsblöcken die Bereiche Produkte, Bau, Sanierung und Wirtschaftlichkeit zur Sprache kommen. Als Zielgruppen sind vor allem Kommunen, Abwasserverbände, Versorgungsunternehmen, Ingenieure, Tief- und Rohrleitungsbauunternehmen angesprochen.

Die Kunststoffrohrtage in Würzburg werden Vieles bieten: ein breites Themenspektrum mit qualifizierten Referenten, die bekannt gute logistische Versorgung, eine attraktive Abendveranstaltung, zuverlässige Betreuung durch unser Personal und Gelegenheiten zum Gedankenaustausch untereinander, mit anderen Fachleuten und Vertretern der Wirtschaft.

Das Programm steht ab Mitte Mai 2005 zur Verfügung. Mit formlosen Anmeldungen, Anforderungen von Programmen und Rückfragen zur Veranstaltung kann man sich ab sofort an die Veranstalter wenden. ■

Kunststoffrohrverband e.V.

C. Wehage

Telefon: 02 28 / 9 14 77-18 · Telefax: 02 28 / 21 13 09

FIGAWA Service GmbH

G. Wolfram

Telefon: 02 21 / 3 76 58-41 · Telefax: 02 21 / 3 76 58-63

Süddeutsches Kunststoff-Zentrum

Dipl.-Ing. N. Schlör

Telefon: 09 31 / 41 04-136 · Telefax: 09 31 / 41 04-277