1. Einleitung

Im heutigen Kanalbau unterscheidet man zwischen zwei grundsätzlich unterschiedlichen Bauweisen, der offenen oder der geschlossenen Bauweise. Bei der geschlossenen Bauweise wird von einer Start- zu einer Zielbaugrube gearbeitet (gebohrt, verdrängt oder gepresst) und dies erfolgt ohne das Öffnen der Oberfläche in der Rohrleitungstrasse.

Bei der offenen Bauweise wird der Rohrgraben vor Beginn der Rohrverlegearbeiten ausgehoben. Dies geschieht entweder verbaut oder unverbaut. Die konventionelle offene Bauweise ist wegen der aufwendigen Verfüllung des Grabens mit Sand häufig mit Mängeln behaftet. Die Mängel halten die Kosten für die Bauausführung in diesem Bereich auf einem hohen Niveau. Häufig auftretende Mängel sind vor allem eine ungleichmäßige Bettung der Rohrleitung und eine nicht ausreichende Verdichtung des Verfüllmaterials. Die ungleichmäßige Bettung bei der konventionellen Bauweise tritt auf, da der Bereich neben der Achse des Rohres, "Zwickel" genannt, mit dem Verdichtungsgerät nicht erreichbar ist. Es wird versucht die Entstehung des Problems im Zwickelbereich zu vermeiden, indem man die Sohle aus Sand höher als Soll herstellt und dann die Form der Rohrleitung in Handarbeit anpasst, welches nur bedingt Erfolg hat. Folgen einer ungleichmäßigen Bettung der Rohrleitung sind Spannungsspitzen in der Rohrwandung, welche sich negativ auf die Lebensdauer der Rohrleitung auswirken können.

Zusätzlich stellt die eingebrachte Verdichtungsenergie durch Verdichtungsgeräte eine weitere Belastung für die Rohrleitung dar. Die Folge einer nicht ausreichenden Verdichtung ist, neben der nicht ordnungsgemäßen Bettung, auch eine Setzung des Verfüllmaterials. Dies führt häufig zu einer Setzung des darüber liegenden Verkehrsweges mit Schäden an der Oberfläche.

Zusätzlich gilt es bei der konventionellen Bauweise die Verbauspur wieder zu schließen und zu verdichten. Deshalb muss der Verbau in Schritten gehoben werden. Das Verfüllmaterial ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Eine Verdichtung kreuzender Rohrleitungszonen ist nur bedingt möglich, da ein begrenzter Raum unter den kreuzenden Leitungen mit Verdichtungsgerät nicht erreicht wird.

Als Lösungsansatz wurden in Österreich während der 80er Jahre zeitweise fließfähige, selbstverdichtende Verfüllbaustoffe entwickelt (ZFSV). Diese werden häufig auch als Flüssigboden bezeichnet, obwohl es sich nicht um einen Boden handelt, sondern um einen fließfähigen Baustoff. Zur Herstellung dieser Verfüllbaustoffe kann man den Bodenaushub wiederverwenden und mit bodenähnlichen Eigenschaften in einer flüssigen Phase wieder einbauen. Des Weiteren kann man neben dem Bodenaushub, der nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz wiederverwendet wird, auch normierte Zuschläge verwenden.

Der Zuschlagsstoff wird mit Wasser, Bindemitteln und Zusätzen, in einem Betonmischwerk, zu einer homogenen Masse, einer Suspension verarbeitet.

Der so entstandene Verfüllbaustoff wird in den Rohrleitungsgraben eingebracht. Dieser fließt allein durch die Einwirkung der Schwerkraft in jeden Hohlraum und ist selbstverdichtend. Es wird keine weitere Verdichtungsenergie benötigt um das Verfüllmaterial in der vorgesehene Lagerungsdichte zu bringen, dadurch erfolgt auch keine Beschädigung an den eingebauten Anlagen. Durch die Fließeigenschaft der Suspension wird eine Verfüllung hergestellt, die keinen Hohlraum mehr besitzt. Als Folge kann die Verfüllung als Volumenkonstant angesehen werden.

Die verwendeten Suspensionen besitzen im Allgemeinen eine Fließgrenze. Das bedeutet, dass sie erst nach Überschreitung dieser zu fließen beginnen. Vorteile des Baustoffes durch die Fließgrenze sind die Stabilität der Suspension und die Stützwirkung auf die Grabenwände. Als Stabilität bezeichnet man die Verhinderung der Entmischung und der Beibehaltung der Eigenschaften im flüssigen Zustand.

Die Stützwirkung der Suspension auf die Grabenwände ist bei dem Vorgang des Ziehens des Verbaus von Vorteil. Da dies vorzeitig im noch flüssigen Zustand geschehen kann und die Verbauspur direkt geschlossen wird.

Ein Nachteil ist eine Erhöhung des durch die Suspension erzeugten Auftriebs, sodass die Rohrleitung gegen Auftrieb zu sichern ist.

Um ein späteres Öffnen des Rohrleitungsgrabens zu gewährleisten darf die Endfestigkeit des Verfüllmaterials nicht zu groß werden. Andererseits möchte man aber nach verfüllen des Grabens nach einer kurzen Reaktionszeit weiterbauen, deshalb ist eine rasche Festigkeitszunahme des Materials gewünscht.

Die zum Einsatz kommenden Verfüllbaustoffe können in zwei unterschiedlichen Varianten verbaut werden. Man kann entweder nur die Leitungszone mit dem ZFSV verfüllen und die Restverfüllung konventionell mit Sand ausführen oder man verfüllt den gesamten Rohrleitungsgraben mit dem ZFSV.

Der entwickelte Verfüllbaustoff soll zudem in den Bereichen der Baugrubenverfüllung, der Schacht- und Hohlraumverfüllung und bei Reparaturarbeiten seinen Einsatz finden. Bisher werden ZFSV selten eingesetzt, da dieser Baustoff noch nicht genormt ist. Seit 2012 gibt es ein Hinweisschreiben der FGSV zu diesem Baustoff.

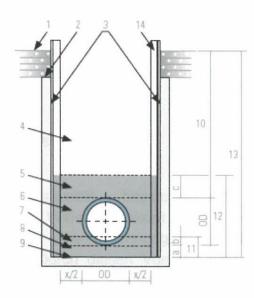
Diese Thesis soll einen weiteren Weg aufzeigen, die zeitweise flüssigen Baustoffe hinsichtlich ihrer Eigenschaften, mit Versuchen, aus dem Bereich der Geotechnik, zu beschreiben. Speziell wird im Folgenden auf Versuche zu den Eigenschaften von Stützsuspensionen und zu der Festigkeitsentwicklung eingegangen. Zur Untersuchung der Festigkeitsentwicklung und der Prüfung dieser auf der Baustelle wird die einaxiale Druckfestigkeit in Korrelation zu der Penetration gebracht.

1. KONVENTIONELLE VERFÜLLUNG

(mit Verdichtung)

2. VERFÜLLUNG DER LEITUNGSZONE MIT TERRAFLOW

(Rest konventionell)



- 1 Oberfläche
- Unterkante Oberbau der Straßenoder Gleiskonstruktion, soweit vorhanden
- 3 Grabenwände
- 4 Hauptverfüllung
- 5 Abdeckung
- 6 Seitenverfüllung
- 7 Obere Bettungsschicht
- 8 Untere Bettungsschicht
- 9 Grabensohle
- 10 Überdeckungshähe
- 11 Dicke der Bettung
- 12 Dicke der Leitungszone
- 13 Grabentiefe
- 14 Verbau

3. KOMPLETTE VERFÜLLUNG MIT TERRAFLOW

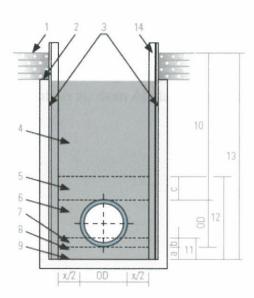


Abbildung 01: Varianten der Grabenverfüllung (Abschlussbericht, 2013)