

### **III/4 Problemlösung rund um das Vortriebsrohr - Neue Schmiertechniken, Muffenprüfssysteme und Dichtungsvarianten**

**Dipl.-Ing. Thomas Lammering**

#### **Ausblick**

Der jetzige verfahrensorientierte Ablaufplan nach ingenieurtechnischen Know-how ist geprägt von einem konsequenten, in DIN-Normen und ATV-Regelwerken hinterlegten qualitätsorientierten Planungs- und Herstellungsablauf bis zur Inbetriebnahme und Wartung funktionsfähiger Kanalisationsanlagen. Dieses normatierte vorgegebene Muster, das den Planern und bauausführenden Unternehmen durch viel Papier beigebracht wird, versperrt den Weitblick auf alternative Produkte und Verfahrensweisen. Solch eine Vorgehensweise suggeriert den Betreibern und Bauherren solcher Kanalisationsanlagen zwar einen Sicherheitsgefühl, hat aber den Nachteil, daß gute alternative Produkte und Verfahrensweisen sich nur schwer am Markt einführen lassen. Diese Tatsache führt zu einem Technologiestau und einem Ausharren auf überalterten technischen Regelwerken, die wir uns in Hinblick auf die Globalisierung der Märkte nicht mehr leisten können.

#### **Grabenlose Bauverfahren**

Die zur Zeit am Markt üblichen grabenlosen Bauverfahren zeigen deutlich, daß durch ein Überwinden von technischen und bürokratischen Vorgaben hier ein Wachstumsmarkt entsteht, der aus ökologischer Sicht weit mehr Vorteile in sich vereint als alle herkömmlichen offenen Bauverfahren. Wer dieses Innovationsfeld frühzeitig erkennt und intelligente Materialien und Verfahrensweisen entwickelt, die mitdenken, selbständig handeln und entscheiden, wird auch künftig beim Zusammenwachsen der Märkte Vorteile erwirtschaften können.

Gerade die grabenlosen Bauverfahren, die immer weiter optimiert und verbessert werden, benötigen robuste und hochtechnisierte Rohrmaterialien, die den wachsenden Ansprüchen an eine langlebige Kanalisationsanlage gerecht werden.

#### **Neue Entwicklungen im Betonrohrmarkt**

**Problemstellung:** Für eine sichere, material- und geräteschonende Ausführung von Rohrvortriebsarbeiten ist eine ständige radiale Schmierung mit z. B. Bentonit von zentraler Bedeutung. Die bisher am Rohrmarkt verwendeten Schmier-systeme konnten weder eine radiale Schmierung während des Vortriebs noch eine vollständige Verpressung der Ringspalte zwischen Erdreich und Rohraußenwand gewährleisten.

Die übliche Bauweise von Schmiervorrichtungen am Vortriebsrohr bestehen aus üblicherweise drei am Rohrumfang verteilten zölligen Anschlüssen, die im Rohrrinnern münden und dort während des Vortriebs mit Anschlußschläuchen zur Bentonitschmierung versehen werden. Während des Vortriebs wird dann der Ringspalt zwischen anstehendem Boden und Vortriebsrohr, der durch das Schneidschild gebildet wird, mit der Schmier- und Stützsuspension (Bentonit) verpreßt.

Diese Verfahrensweise hat den Nachteil, daß nur im Bereich der zölligen Anschlüsse ein Bentonitaustritt im Ringspalt gewährleistet ist, so daß der gewünschte radiale Schmier- und Stützeffekt nicht garantiert werden kann.

Diese Ausführungsvariante führt zu verschiedenen Problemen:

- Infolge der fehlenden radialen Schmierung entsteht eine erhöhte Mantelreibung, die hohe Pressenkräfte erfordert, die vom Rohrmaterial aufgenommen werden müssen.
- Kürzere erreichbare Preßstrecken, die Zwischenstationen oder neue Preßgruben zur Folge haben.
- Setzungsgefahr infolge nicht verpreßter Hohlräume.
- Auftreten von sog. Kerbrissen durch falsche Anordnung der zölligen Schmierstutzen.
- Behinderung der Arbeiten durch zu viele Anschlüsse und Leitungen im Rohrquerschnitt.
- Mangelhafter Korrosionsschutz der Stahlmanschetten nach den Vortrieb.

### Die Systemlösung

Die oben genannten Probleme führten zur Entwicklung des „LUB-RING-Schmiersystem“ (**Bild 1**). Bei dem Einsatz des „LUB-RING-Schmiersystem“ wird über die am Stahlführungsring integrierte Schmiervorrichtung eine gleichmäßige, radiale Schmierung der Vortriebsrohre während des Vortriebs möglich. Durch die Anordnung des Systems am Stahlführungsring mittels eines integrierten Stahlkammerprofils, das mit umlaufend angeordneten Austrittsöffnungen am Stahlführungsring versehen ist, läßt sich eine gleichmäßige Verfüllung des Ringspaltes und evtl. Hohlräume gewährleisten.



**Bild 1:** LUB-RING-Schmiermanschette

Praxisversuche zeigten eine merkliche Verringerung der Mantelreibung, die eine wesentliche Verlängerung der Vortriebslängen bewirkten. Da bei diesem Schmiersystem keine bis an die Rohraußenwand reichenden Bentonitstutzen benötigt werden, ist die Gefahr von Undichtigkeiten in diesem Bereich ausgeschlossen. Durch das integrierte Stahlkammerprofil wird ebenfalls die Gefahr der Umläufigkeit der Manschette deutlich verringert. Nach beendetem Vortrieb kann die Außenseite der Manschette durch Nachverpressen vor Korrosion geschützt werden.

### Integriertes Muffenkammerprüfsystem am Stahlführungsring

Die Forderung nach dichten Rohrleitungen hat nicht nur Konsequenzen für die Anforderungen an das Material und die Bauausführung, sondern auch an die Art und Weise der Dichtheitsprüfung. Bislang sind aufwendige Strang- bzw. Einzelmuffenprüfungen notwendig. Diese sind jedoch gerade für den sensiblen Bereich der Muffenverbindung bei Vortriebsrohren nur sehr unzureichend. Auch der immer häufigere Einsatz von Eiprofilen oder nachträglich

eingebauten Trockenwetterrinnen erschwert die üblichen Einzelmuffenprüfungen oder macht sie sogar unmöglich.

Probleme und Folgen bei herkömmlichen Dichtheitsprüfungen an Vortriebsrohren:

- Ungenaue Prüfergebnisse durch stark verpreßte Holzringe nach dem Vortrieb (das Prüfmedium kann teilweise nicht bis zum eigentlichen Dichtprofil gelangen).
- Teure Einzelprüfungen durch hohen Geräteaufwand und vorherige Reinigung des Profils.
- Hohe Aufwendungen bei nachträglichen Abdichtungen.
- Fehlenden Möglichkeit für Nachprüfungen.
- Druckverlust durch die Hinterläufigkeit der Stahlmanschetten.

### **Die Systemlösung der Dichtheitsprüfung als Muffenkammerprüfung**

Mit dem Muffenkammerprüfsystem läßt sich jede einzelne Muffenverbindung schnell, kostengünstig und beliebig wiederholbar prüfen. Zur Durchführung einer Dichtheitsprüfung in Anlehnung an die DIN EN 1610 wird die Muffenkammer zwischen den beiden Dichtprofilen vorzugsweise mit Wasser befüllt. Die Befüllung erfolgt mit Hilfe eines an den Stahlführungsring angeschweißten perforierten Verteilerrings. Der erforderliche Prüfdruck wird dann vom Rohr- innen mittels geeigneter Geräte erzeugt. Über diesen am Stahlführungsring angeschweißten Verteilerring lassen sich dann auch undichte Muffenverbindungen einfach abdichten.

### **Gekammerte selbstschmierende, aktivierbare Dichtprofile**

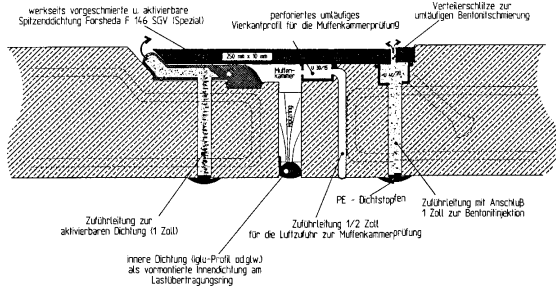
Bei allen Kanalbaumaßnahmen steht die Forderung nach einer dichten Rohrleitung an erster Stelle. Dies ist nicht nur die Hauptanforderung an das Rohrmaterial, sondern insbesondere auch an die Rohrverbindung. Die Abdichtung der Rohrleitung im Bereich der Muffenverbindung wird bislang mit Keilgleitdichtungen vorgenommen, die auf das Spitzende der Rohre aufgezogen werden. Den Anforderungen und Belastungen beim Rohrvortrieb sind diese Dichtungen jedoch nicht immer gewachsen.

Probleme und ihre Auswirkungen bei der Verwendung herkömmlicher Dichtungen:

- Montagefehler durch lose mitgelieferter Dichtprofile.
- Mangelhafte Schmierung der Dichtung (materialermüdende Lastspiele durch dauernde Be- und Entlastung der Muffenverbindung während des Vortriebs).
- Verrutschen der Dichtung nach außen beim Zusammenfügen der Rohre.
- Verrutschen der Dichtung nach innen durch hohen Bentonitdruck während des Vortriebs.
- Schäden durch Schwerlasteinwirkung durch nicht verdämmten Ringspalt.
- Beeinträchtigung der Dichtwirkung durch extreme Steuerbewegungen bzw. Abwinkelungen.

### **Die Systemlösung: Selbstschmierende, gekammerte und aktivierbare Dichtprofile**

Die Dichtung F 195 ist eine Weiterentwicklung der Keilgleitdichtung speziell für die besonderen Anforderungen bei Vortriebsrohren. Am eigentlichen Dichtprofil ist ein unläufig perforierter Schmiermantel anulkanisiert, der beim Zusammenfügen der Rohre zwischen Dichtprofil und Stahlmanschette gleitet, um eine materialschonende Wirkung zu erzielen (**Bild 2**). Durch die werkseitige Montage der Dichtung in einer beim Betonieren ausgeformten Kammer am Rohrspitzende ist eine paßgenaue, verschiebesichere Lage des Dichtungskörpers gewährleistet. Selbst die vielen Lastspiele, die diese Dichtung während des Rohrvortriebs durch Anlegen neuer Rohre in der Preßgrube und durch Steuerbewegungen ausgesetzt ist, werden optimal durch den selbstschmierenden Gleitmantel aufgenommen, so daß das eigentliche Dichtprofil geschützt ist und seine Aufgabe nach beendetem Vortrieb übernehmen kann.



**Bild 2:** Vorpreßrohrverbindung für begehbare Querschnitte

Ein weiterer positiver Effekt ist die Möglichkeit der nachträglichen Aktivierung der Dichtung über den anvulkanisierten, perforierten Schmiermantel, der mit einem zölligen Anschlußstutzen versehen ist, der im Rohrinne mündet und dort mit einem PE-Dichtstopfen druckwasserdicht verschlossen wird. Der aktivierbare Dichtschauch der z. Z. nur bei begehbaren Querschnitten angeordnet wird, ermöglicht das Einpressen von Suspensionen, die durch die Perforation nach außen gelangen können. Diese können der zusätzlichen Schmierung und auch dem Korrosionsschutz dienen.

Als weiterer Vorteil ergibt sich die Möglichkeit der Nachdichtung bei Versagen der Dichtwirkung. Hierzu kann der Außenbereich um die Rohrverbindung und auch der Dichtschauch mit geeigneten Dichtmitteln verpreßt werden. Hierdurch lassen sich auch größere Muffenspalte, bedingt durch extreme Steuerbewegungen und Abwinkelungen, zuverlässig nachdichten.

### Praxistest

Die vorbezeichneten Neuerungen für Vortriebsrohre aus Stahlbeton wurden bei verschiedenen Baumaßnahmen getestet. Hierbei wurden diverse Verbesserungen umgesetzt, die einer baustellengerechten Handhabung dienen und ein langlebiges dichtes und prüfbares Rohrleitungssystem ergeben.

Alle Praxistests zeigten übereinstimmend, daß durch das LUB-RING-Schmiersystem eine erhebliche Verbesserung der radialen Schmierung erfolgte, die zu einer Herabsetzung der Mantelreibung führte. Zur besseren Steuerung der Schmiermittelmenge wurde das System dahingehend verbessert, daß eine Teilung des angeschweißten Kammerprofils (z. B. Drittelteilung) vorgenommen wurde. Jede dieser Kammer ist mit einer Bentonitzuführung versehen, die nach Bedarf einzeln angesteuert werden kann. Diese hat den Vorteil, daß bei der Durchführung unterschiedlich anstehender Bodenarten die Menge der Schmiersuspension an die Bodenverhältnisse angepaßt werden kann.

Die Praxistests zur Dichtheitsprüfung über das Muffenkammerprüfsystem waren überall dort positiv, wo die zulässigen Toleranzen der Dichtungshersteller nicht über- oder unterschritten wurden. Die Tests zeigten, daß bei zentrischer Pressung ohne große Steuerbewegungen alle vorgegebenen Toleranzbereiche eingehalten wurden. Dagegen führten zu große Steuerbewegungen und ungünstige Bodenverhältnisse zu erheblichen Abweichungen über die Toleranzbereich der Muffeninnendichtung. Hier zeigte sich, daß bei Vortrieben mit zu erwartenden großen Steuerbewegungen und schlechten Bodenverhältnissen der nachträgliche Einbau der

Innendichtung nach beendetem Vortrieb aufgrund der in einer Muffenverbindung unterschiedlichen Spaltmaße sinnvoller ist.

Der Einsatz einer Muffenkammereinzelpfung zeigte bei allen Tests erhebliche Vorteile gegenüber der herkömmlichen Muffenprüfung, da diese Prüfung wesentlich günstiger und schneller erfolgen kann. Weiterhin kann bei dieser Prüfung eine vorausgehende Kanalreinigung, wie sie bei normalen Muffenprüfungen erforderlich ist, entfallen. Der Geräteeinsatz wird hier auf ein Minimum reduziert, so daß aufwendige Rüstzeiten der Prüfeinrichtungen entfallen.

Auch die Erfahrungen mit der aktivierbaren, selbstschmierenden, gekammerten Gleitringdichtung F 195, die werkseits am Rohrspitzende vormontiert wird, zeigten im Praxistests ihre volle Gebrauchstauglichkeit. Undichtigkeiten, bedingt durch nicht fachgerecht aufgezoogene Dichtungen, wie sie bei herkömmlichen Keilgleitdichtungen, die erst auf der Baustelle aufgezoogen werden, vorkommen, entfallen ganz. Steuerbewegungen und auch größere Toleranzbereiche werden durch das neue Dichtprofil aufgenommen.

Weiterhin erweist sich die Möglichkeit der nachträglichen Aktivierung mit Dichtmitteln als großer Vorteil, da hier das Schlauchprofil ähnlich wie ein Fahrradschlauch aufgebläht wird. Somit drückt sich das Dichtprofil wieder gegen den Beton und die Stahlmanschette an, so daß kleine Undichtigkeiten einfach saniert werden können. Durch die Perforationen des Dichtschlauches kann das Injektions- bzw. Dichtmittel sich im Bereich der Muffenverbindung radial im Ringspalt zwischen anstehendem Boden und Rohraußenmantel schützend und dichtend anlagern, so daß auch ein zusätzlicher Korrosionsschutz der Stahlmanschette möglich ist.

Die heutzutage üblichen Möglichkeiten zur Schaffung eines störungsfreien und überwachbaren Kanalsystems sind in ihren üblichen Bauweisen in vielen Normen und Richtlinien aufgeführt. Gerade gute Neuentwicklungen, wie sie hier oben aufgeführt sind, haben es schwer, sich am Markt durchzusetzen, da das Sicherheitsgefühl, das durch Normen und Richtlinien bei den Betreibern von Kanalisationsanlagen geweckt wird, bei neuen Produkten und Verfahren kurzfristig nicht gegeben ist.

Sollten weiterhin diese bürokratischen Hemmnisse und der Preiskampf der Bauunternehmen, die lediglich das billigste genormte Produkt einsetzen wollen, am deutschen Markt Bestand haben, entwickeln wir uns durch diesen Technologiestau im Kanalbau immer weiter zurück. Hier muß man sich die Frage stellen, wie lange wir dieses noch tolerieren können. Die Globalisierung der Märkte wird sich nicht von überalterten Normen aufhalten lassen, auch nicht im Kanalbau. Dieses zeigen andere Wachstumsbranchen, wie z. B. die EDV-Industrie, die durch Innovationsfreude und kundenorientierte Vorgehensweisen nicht befriedigte Bedürfnisse erkennt und die Zukunftsmärkte mit intelligenten Systemen erobert.

**Verfasser:** Dipl.-Ing. Thomas Lammering  
Sander-Pebüso GmbH & Co. KG  
Systemtechnik in Beton  
Delecker Weg 33  
59519 Möhneseewipprinsen  
Telefon: (0 29 24) 87 08 – 2 04  
Telefax: (0 29 24) 87 08 – 2 00