10. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Projektstudie über die Verfüllung von Künetten für erdverlegte Leitungssysteme wurde einerseits mit Hilfe von analytischen Simulationen und andererseits aufgrund der vorliegenden Erfahrungen untersucht, welche Konsequenzen sich für erdverlegte Leitungssysteme bei der konventionellen Verlegung in offener Bauweise, entsprechend den einschlägigen Regelwerken und Richtlinien für die jeweiligen Leitungen sowie den einschlägigen Straßenwiederinstandsetzungsvorschriften der Straßenerhalter, nach dem Motto „Straße als Verkehrs- und Versorgungschiene“ ergeben. Insbesondere wurden die Konsequenzen der Verfüllung in der Leitungszone, einschließlich der im allgemeinen vorhandenen Imperfektionen in der Umgebung der Leitung sowie der Verdichtung in der Wiederverfüllzone, im Hinblick auf die Nutzung sogenannter stabilisierter Verfüllmaterialien betrachtet.

Grundsätzlich läßt sich hinsichtlich der Verlegung und dem Einbau erdverlegter Leitungssysteme folgendes feststellen:

Durch den systematischen Ausbau und die Rehabilitation der öffentlichen Ver- und Entsorgungsleitungen sowie der Kommunikationssysteme hat die Bedeutung der Straße als Versorgungsschiene, neben der Funktion als Verkehrsschiene, sehr wesentlich zugenommen. Unter Versorgung sind dabei die Bereiche Gas, Fernwärme, Wasser, Strom, usw., unter Entsorgung der Bereich Abwasser und unter Kommunikation die Bereiche Telefon, Telekabel, Lichtwellenleiter, usw. zu verstehen. Diese Bedeutung wird in Zukunft durch die Liberalisierung des Energie- und Kommunikationsmarktes noch wesentlich erhöht werden, wenn zunehmend neue Leitungssysteme von neuen Anbietern benötigt werden.

Nach dem heutigen Wissensstand bietet sich für die Führung von Leitungssystemen der öffentlichen Ver- und Entsorgung sowie der Kommunikationsleitungen nur der vorhandene Boden an, wobei gegebenenfalls in Zukunft bei wesentlicher Zunahme der Anzahl der Leitungssysteme neue Einbautenstrukturen angedacht werden müssen.

Nach dem Motto „Straße als Verkehrs- und Versorgungsschiene“ wird es im Hinblick auf die zu erwartende Zunahme der Anzahl der erdverlegten Leitungssysteme notwendig sein, analog zur Regelung des Straßenverkehrs, auch den Einbau und die Führung erdverlegter Leitungen stärker systematisch zu regeln. Dies kann durch geeignete Vorschriften, Regelwerke und Richtlinien erfolgen.

Grunsätzlich ist jede Aufgrabung eine wesentliche Störung des Bodens und der Straßenkonstruktion, die nach Möglichkeit zu vermeiden ist. Aus diesem Grund ist auch für alle Arten von erdverlegten Einbauten eine möglichst lange Nutzungsdauer anzustreben. Die Frage ist nur

durch welche technischen und organisatorischen Maßnahmen es möglich ist, die Aufgrabungen für den Einbau erdverlegter Leitungssysteme auf ein Minimum zu beschränken und die Zeiträume für die Erneuerung bzw. Rehabilitation der Leitungssysteme so weit wie möglich zu verlängern.

Im Hinblick auf eine möglichst lange Nutzungsdauer sowohl der erdverlegten Leitungssysteme als auch der Straßenverkehrsflächen ist es notwendig, allgemeine Betrachtungen für das gesamte System „Fahrbahn-Boden-Leitung“ anzustellen, insbesondere im Hinblick auf die zentralen Begriffe Qualität und Kosten. Die Begriffe Qualität und Kosten sind dabei derart zu definieren, daß nachhaltig die erforderliche Qualität der Leitungssysteme aber auch der Straßenverkehrsflächen gegeben ist, um eine möglichst lange Nutzungsdauer der Leitungssysteme mit geringen Gesamtkosten zu erzielen.

Unter Qualität ist grundsätzlich eine einwandfreie Langzeitfunktionalität sowohl der Leitungssysteme als auch der Straßenverkehrsflächen mit minimalem Instandhaltungsaufwand und möglichst langer Nutzungsdauer zu verstehen.

Unter Kosten sind grundsätzlich die Gesamtkosten über die gesamte Nutzungsdauer, umfassend Planung, Bau und Instandhaltung sowohl der Leitungssysteme als auch der relevanten Straßenverkehrsflächen, zu verstehen.

Die heute vielfach in den Raum gestellte, im ersten Ansatz eher widersprüchliche Vorgabe: „Kosten senken“ und „Qualität erhöhen“ scheint unter Zuhilfenahme der obigen Definitionen durchaus realisierbar, wenn einerseits die notwendigen formalen Grundlagen, wie z.B. Vorschriften, Regelwerke, Richtlinien usw. geschaffen werden und andererseits die neuen Technologien bzw. sogenannte nichtkonventionelle Methoden effizient ausgenützt werden.

Problematisch ist die Forderung „Kosten senken“ nur dann, wenn aus einer kurzfristigen wirtschaftlichen Überlegung heraus die Qualität bei der Errichtung der Leitungssysteme sowie der Fahrbahnwiederinstandsetzung außer acht gelassen wird und als Folge einerseits Schäden an den Leitungssystemen auftreten, die dann mit erhöhtem Aufwand saniert werden müssen und auch vorzeitig kostenintensive Instandhaltungsmaßnahmen für die Straßenerhalter entstehen. Die anfänglich eingesparten Investitionskosten und die daraus resultierende mangelhafte Qualität des gesamten Systems können über die Nutzungsdauer gesehen ein Vielfaches an Sanierungs- und Instandhaltungskosten erfordern. Aus diesem Grund scheint es notwendig, geeignete Qualitäts-Kosten-Relationen für die Errichtung erdverlegter Leitungssysteme zu entwickeln, die effiziente Entscheidungskriterien für die Langzeitnutzung ermöglichen.

Aus technischer Sicht zeigen die durchgeführten Betrachtungen folgende wesentliche Erkenntnisse:

Neben den Einwirkungen auf erdverlegte Leitungen aus dem Betrieb sind für das Strukturverhalten und damit die Sicherheit und Nutzungsdauer der Leitungen vor allem die Einwirkungen durch den konventionellen Einbau in offener Bauweise unter Verwendung der traditionellen Boden- und Verfüllmaterialien bzw. die Qualität der Einbauarbeiten maßgebend, die weitaus höher sein können als die in den einschlägigen Regelwerken und Richtlinien vorgegebenen Einwirkungen.

Diese Erkenntnis wird auch durch Schadensfälle an Ver- und Entsorgungsleitungen kurz nach dem Einbau bestätigt, wo in den meisten Fällen als Ursache Einbaufehler nachgewiesen werden können. Als Ursachen ergeben sich häufig Imperfektionen der Rohrumgebung in der Leitungszone, starre Auflagerstellen, zu starke Verdichtung unmittelbar über dem Rohr, äußere mechanische Beschädigungen der Rohrwand im Zuge der Verfüllung des Leitungsgrabens, usw.

Abhilfe kann man im Hinblick auf eine ausreichende Sicherheit und Funktionalität sowie vor allem auf eine möglichst lange Nutzungsdauer der Leitung schaffen, indem diese zusätzlichen Lasten bei der Dimensionierung der Leitungen entsprechend berücksichtigt, oder entsprechend höhere Sicherheiten angesetzt werden. Auch durch geeignete Wahl der Einbaumethoden können die Beanspruchungen in den erdverlegten Leitungen reduziert werden, wie z.B. durch die Anwendung der sogenannten stabilisierten Verfüllmaterialien.

Zur Abschätzung der Einwirkungen auf erdverlegte Rohrleitungen durch den konventionellen Einbau in offener Bauweise sowie den Betrieb wurden vom Autor in den letzten Jahren sogenannte „Rohrkennfelder“ entwickelt, die das Strukturverhalten erdverlegter Rohrleitungen ausreichend transparent machen und für die Praxis als einfaches Entscheidungskriterium zur Verfügung stehen. Zur Zeit liegen diese Rohrkennfelder nur für PE-Rohre in der Gasversorgung vor, können aber auch für alle anderen Anwendungsfälle und Rohrwerkstoffe allgemein gültig erstellt werden.

Die Nachteile der konventionellen Verlegung von Leitungen in offener Bauweise, bei Verfüllung der Rohrgräben mit den traditionellen Boden- und Verfüllmaterialien, in Form von zusätzlichen Einwirkungen durch Imperfektionen in der Leitungszone, wie z.B. Unebenheiten der Grabensohle, Ungleichmäßigkeit der Bettungssteifigkeit, starre Auflagerstellen, usw. sowie die Einwirkungen durch die Verdichtung der Grabenverfüllung können durch die Anwendung der sogenannten stabilisierten Verfüllmaterialien kompensiert werden, wobei durch die flüssige Einbrin-

gung eine gleichmäßige Bettung und Einbettung der Rohre in der Leitungszone sowie auch eine verdichtungsfreie Verfüllung in der Wiederverfüllzone möglich ist.

Die stabilisierten Verfüllmaterialien müssen die in technischen Spezifikationen festgelegten Anforderungen, abgestimmt auf den jeweiligen Einsatzzweck, erfüllen, insbesondere im Hinblick auf Steifigkeit, Tragfähigkeit, Umweltverträglichkeit und eine einfache Wiederabbaubarkeit mit einfachen Werkzeugen innerhalb der Nutzungsdauer. Die Einhaltung der geforderten Eigenschaften für die Anwendung ist durch entsprechende Gebrauchstauglichkeitsprüfungen nachzuweisen und eine gleichbleibende Qualität durch die Fremd- bzw. Eigenüberwachung sicherzustellen.

Auch bei der ordnungsgemäßen Verfüllung der Wiederverfüllzone gegen den bestehenden Boden sind wesentliche Vorteile durch die flüssige Einbringung von stabilisierten Verfüllmaterialien und den sich dadurch ergebenden hydrostatischen Druck gegen die Grabenwände zu erwarten, wie erste Abschätzungen bzw. Simulationen gezeigt haben. Bezüglich der Verfüllung der Wiederverfüllzone ist es jedoch notwendig, weitere eingehende Untersuchungen durchzuführen. Durch die Art der Einbringung der stabilisierten Verfüllmaterialien in die Leitungsgräben und die rasche Aushärtung ist eine ausreichende Steifigkeit der Verfüllung mit nur geringen Setzungen zu erwarten, wodurch auch wesentliche Vorteile für die Straßenwiederinstandsetzung zu erwarten sind. Vor allem wird zu überlegen sein, ob es bei Verwendung stabilisierter Verfüllmaterialien notwendig ist, eine provisorische Straßenwiederinstandsetzung durchzuführen, oder man auf die weitaus kostengünstigere Variante einer sofortigen definitiven Straßenwiederinstandsetzung übergehen kann. Die ersten Überlegungen und Gespräche zeigen diesbezüglich positive Ansätze. Damit sind auch wesentliche Vorteile hinsichtlich einer langen Nutzungsdauer der Straßenverkehrsflächen zu erwarten. Entsprechende Untersuchungen im Rahmen von Forschungsprojekten sollten durchgeführt werden.

Die Verfüllung von Leitungsgräben mit stabilisierten Verfüllmaterialien bringt somit Vorteile hinsichtlich der mechanischen Belastung der Leitungen durch den erdverlegten Zustand sowie hinsichtlich der Sicherheit und Funktionalität und damit hinsichtlich der Nutzungsdauer sowohl der erdverlegten Leitungen als auch der Straßenverkehrsflächen.

Aus organisatorischer Sicht zeigen die durchgeführten Betrachtungen folgende wesentliche Erkenntnisse:

Für eine möglichst lange Nutzungsdauer erdverlegter Leitungssysteme und damit verbunden möglichst wenige Aufgrabungen im Bereich der Straßenverkehrsflächen muß die Stadtverwaltung die notwendigen Rahmenbedingungen und effiziente Strukturen zu schaffen. Die strategische Planung für die Errichtung und Rehabilitation von erdverlegten Leitungssystemen könnte

zentral durch eine unabhängige, weisungsungebundene Stabstelle im Bereich der Stadtverwaltung erfolgen, abgestimmt mit den Einbautenträgern sowie den betroffenen Straßenerhaltern, wobei dieser Stabstelle eine wichtige Koordinierungsaufgabe zufällt.

Für die Errichtung und Rehabilitation erdverlegter Ver- und Entsorgungsleitungen scheint es notwendig, zentral koordiniert kurz-, mittel- und langfristige Strategien, abgestimmt auf die Bedürfnisse der Straßenerhalter, zu entwickeln.

Schaffung einheitlicher Planungs- und Einbaurichtlinien für alle Arten erdverlegter Leitungssysteme, die sowohl Planung, Verlegung und Einbau der Leitungen festlegen als auch auf die Anforderungen der Straßenerhalter Bedacht nehmen. Dabei ist wesentlich, daß alle Bedürfnisse für das gesamte System „Fahrbahn-Boden-Leitung“ betrachtet werden.

Überarbeitung der einschlägigen Vorschriften, Regelwerke und Richtlinien betreffend sowohl die Leitungssysteme als auch die Straßenverkehrsflächen hinsichtlich Qualität und Kosten unter Berücksichtigung von Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung.

Prüfung und Anwendung der in den letzten Jahren neu auf den Markt gekommenen Technologien für erdverlegte Leitungssysteme wie z.B. grabenlose Verlegemethoden, stabilisierte Verfüllmaterialien usw. und Aufnahme der neuen sogenannten nichtkonventionellen Methoden und Materialien in die einschlägigen Vorschriften, Regelwerke und Richtlinien. Weiters sollten die nichtkonventionellen Methoden und Materialien in die einschlägigen Standardleistungsverzeichnisse aufgenommen werden.

Einsatz nur von zertifizierten und zugelassenen Produkten, Personen und Unternehmen für die Errichtung und Rehabilitation erdverlegter Leitungssysteme, wobei die entsprechenden Grundlagen für die Zertifizierung von Personen und Unternehmen erst geschaffen werden müssen.

Schaffung einer ausreichenden Transparenz über das Strukturverhalten erdverlegter Leitungssysteme sowie der Straßenverkehrsflächen nach Verlegung und Einbau von Leitungen in konventioneller offener Bauweise durch die vom Autor der Studie entwickelten und für die Praxis vorgeschlagenen Rohrkennfelder im Rahmen von Projekten, wobei auch die entsprechenden Grundlagen für die Prüfung der verwendeten Verfüllmaterialien und Verfüllmethoden zu erarbeiten sind. Entsprechende Hinweise sind der vorliegenden Projektstudie zu entnehmen.

Anwendung effizienter Rehabilitationsmaßnahmen für erdverlegte Leitungssysteme, wodurch aufwendige Grabungsarbeiten und Störungen der Straßenverkehrsflächen vermieden werden können.

Entwicklung geeigneter Methoden zum Vergleich der Qualitäts-Kosten-Relation verschiedener Einbaumethoden erdverlegter Leitungssysteme aber auch für die verschiedenen Produkte und Materialien, die es erlauben eine nachhaltige Nutzung der Leitungssysteme zu gewährleisten.

Bereitstellung ausreichender Forschungsmittel zur Klärung der offenen Fragen vor allem im Hinblick auf die erforderliche Qualität und die vertretbaren Kosten bezogen auf eine möglichst lange Nutzungsdauer der Leitungssysteme und der Straßenverkehrsflächen.