



Information

Nr. 21

Leistungsverzeichnisse für HDD-Anwendungen

August 2007

Arbeitskreis Nr. 12
Grabenloses Bauen
HDD-Anwendungen

NODIG – warum Gräben aufreißen, wenn es bessere Lösungen gibt!

INHALT

	<i>Seite</i>
1. Allgemeine HDD-Verfahrensbeschreibung, Vorteile des Verfahrens	3
2. Abbildung HDD-Reichweiten	12
3. Zusammenfassendes LV	13
4. Zusammenfassendes LV - Erweiterte Fassung	37
5. LV-Abwasserdruckleitungen	65
6. LV-Hausanschlüsse	70
7. LV-HDD-Brunnenbau	75
8. Autoren und Mitarbeiter des AK 12	78

1. Allgemeine HDD-Verfahrensbeschreibung, Vorteile des Verfahrens

Was bedeutet HDD

HDD steht für Horizontal Directional Drilling. Ins Deutsche übersetzt heißt das: Horizontales gesteuertes Richtbohren. Diese Technik stammt aus den USA in ist dort im Laufe der 70er Jahre im Bereich der Tiefbohrtechnik entwickelt worden. Ausgangsbasis ist, dass mittels horizontaler Bohrungen Lagerstätten besser erschlossen werden können, als durch vertikale Bohrungen. Dadurch können Kosten eingespart werden, weil die größere Drainagefläche einer Horizontalbohrung mehrere Vertikalbohrungen ersetzen kann. Durch damals neuartige Bohrlochsohlenantriebe und Bohrlochvermessungssysteme wurden die Voraussetzungen geschaffen, eine Kurve gezielt zu bohren. Das horizontale Richtbohren erhielt auf diese Weise Einzug in die Bohrtechnik.

Es wurde zunächst bis in eine vorher definierte Tiefe senkrecht gebohrt und dann eine Kurvensektion oder eine Kurvensektion mit dazwischen geschalteten Tangentensektionen abgebohrt, bis die Bohrung mehr oder weniger horizontal in die Lagerstätte eintrat.

Später wurde dieses Bohrverfahren abgewandelt und auch im Rohrleitungsbau zur Unterquerung von Flüssen und ähnlichen Hindernissen eingesetzt.

HDD heute

Das HDD-Verfahren wird zurzeit hauptsächlich zur Unterquerung von Oberflächen und Gewässern im grabenlosen Rohrleitungsbau eingesetzt. Für die erfolgreiche Anwendung des Verfahrens sind präzise Informationen über den zu durchfahrenden Baugrund wichtig, um die Ziele der gestellten Aufgabe technisch und wirtschaftlich optimal zu erreichen.

Längst wird das HDD-Verfahren auch für andere Zwecke als den grabenlosen Rohrleitungsbau eingesetzt. Bodenverbesserungsmaßnahmen oder die Exploration von Bodenschätzen seien hier als Beispiel aufgeführt.

Vorteile der gesteuerten Horizontalbohrtechnik HDD

- Lösung für Bohrungen im Bereich natürlicher Hindernisse oder Bauwerke
- Zielgenaues Verlegen von Rohrleitungen aus Stahl, GGG und Kunststoff sowie Kabeln
- Weltweit erfolgreich im Einsatz bei Längen von über 2600 m und Bohrl Lochdurchmessern von über 1600 mm.
- Kurze Mobilisierungs-/Aufbauzeiten und Demobilisierungs-/Abbauzeiten
- Geringer Platzbedarf
- Niedrige Verlegekosten
- Sichere Verlegetiefe
- Kurze, gut kalkulierbare Bauzeiten
- Minimum an Instandhaltungskosten
- Keine Unterbrechung von Verkehrswegen
- Geringste Umweltbelastung
- Vermeidung von Schädigungen der zu kreuzenden Oberflächen
- Umweltfreundlich durch den Einsatz natürlicher Bohrspülung

Verfahrenstechnik des grabenlosen Leitungsbaus durch verlaufsgesteuerte Horizontalbohrungen (HDD)

Der grabenlose Leitungsbau geschieht beim HDD-Verfahren hydromechanisch und mechanisch, es ist ein steuerbares, sanftes, umweltschonendes Nassbohrverfahren. Der konventionelle Leitungsbau (offener Graben, Wiederverschluss der Straßenoberfläche) wird bei diesem Verlegeverfahren durch oberflächennahes, hydromechanisches Bohren, auch um Kurven herum, vermieden. Beim genannten System arbeitet der unterirdische Bohrvortrieb nach einem kombinierten Wirkungsprinzip. Gebohrt wird nicht nur in konventioneller mechanischer Technik, sondern auch mit dünnen, scharfen, gesteinslösenden Wasserstrahlen bzw. Bohrsuspensionsstrahlen, die aus Düsen an der Bohrkopfspitze austreten und ein hydromechanisches Durchröhren von Lockergestein (z.B. Sand) bewirken. Zum Teil wird das gelöste Material über den Rückfluss entlang des Bohrgestänges ausgetragen, zum anderen Teil kommt es zu einer partiellen Umlagerung des Lockergesteines im Umgebungsbereich der aufgeführten Bohrung, wobei in diesem Bereich eine neue, nun dichtere Lagerung durch Einsparung von Porenraum bewirkt wird. Zugleich wird eine stabilisierende Porenraumauffüllung mit Bohrsuspension vorgenommen, der den Hochdruckstrahlen beigemischt ist. Untergeordnet findet auch ein mechanisches Ablösen des Lockergesteines im Bohrungsquerschnitt im Erdreich statt. Beim schlagunterstützten HDD-Bohren wird der mechanische Anteil an der Gesteinslösearbeit höher. Beim Felsbohren mittels Mudmotoren herrscht mechanische Lösearbeit durch den Bohrkopf vor, gekühlt und unterstützt durch Bohrsuspension.

Methodik der Bohrsteuerung

Bei den kleineren Horizontalbohranlagen wird die vertikale und laterale Verlaufssteuerung durch folgende zwei Komponenten bewirkt: Zum einen wird in oder unmittelbar hinter der Bohrlanze von einem eingebauten Sender, der ein elektromagnetisches Feld erzeugt. Direkt über dem Bohrkopf im Boden ist dieser Sender mit einem Ortungsgerät (Feldstärkemessgerät) an der Erdoberfläche zu verfolgen, so dass die Position des Bohrkopfes jederzeit ortbar ist.

Zum anderen ist die vom Grundkörper zylindrische Bohrlanze selbst asymmetrisch aufgebaut und hat eine schräge Anstellfläche und eine seitliche schräge Abstützfläche am Bohrkopf. Diese seitliche schiefe Ebene ist als Steuerfläche wirksam, indem sie beim Kurvenfahren auf der Gegenseite der gewünschten Kurvenrichtung durch die Aktivierung des passiven Erddrucks die Schrägabstützung der Lanze übernimmt. Die Raumlage des Bohrkopfes ist sowohl an der Maschine an einem Anzeigegerät als auch am Ortungsgerät, welches direkt oberhalb der Bohrlanze auf der Straße entlang geführt wird, jederzeit nachvollziehbar. Ein besonders flexibler Bohrstrang bei den kleinen Horizontalbohranlagen ermöglicht es zudem, dass Kurvenradien mit minimal 12 Metern gebohrt werden können. Die Möglichkeit Kurven zu fahren besteht auch bei größeren Bohranlagen, jedoch nimmt der minimal realisierbare Radius mit dem Bohrgestängedurchmesser zu, so dass in der Großbohrtechnik minimale Bohrradien in Abhängigkeit der anstehenden Geologie zwischen 200 und 400 m liegen können. Auch mehrere einander in Gegenrichtung verlaufende Kurven kann dieses Nassbohrverfahren bewältigen, wobei in diesem Fall eine daraus resultierende, zunehmende Einziehungskraft durch eine erhöhte Reibung im Bohrloch zu beachten ist. Bei den kleinen Bohranlagen betragen die einzelnen Bohrabschnittslängen bis zu 300 m,

die maximale Tiefe liegt hier bei 8 bis 12 m, da die Ortbarkeit des Bohrkopfsenders auf diese Tiefe begrenzt ist. In der Großbohrtechnik werden Bohrungslängen von über 2600 m realisiert, wobei die Tiefe der Ortbarkeit des Steuersenders theoretisch vernachlässigt werden kann, aus pragmatischen Gründen i.d.R. aber nicht 50 m übersteigt.

Bei den größeren Horizontalbohranlagen wird die vollkommene Verlaufssteuerung in größerer Tiefe (i.d.R. über 10 m) einerseits durch die schon beschriebene asymmetrische, nun größere Bohrlanze bewirkt, zum anderen jedoch durch ein völlig anderes Ortungssystem, welches auf einer elektromagnetischen Präzisionsnavigation beruht. Im Anschlußbohrgestänge hinter dem Bohrkopf, welches hier aus antimagnetischem Stahl bestehen muss, befinden sich auf wenigen Metern Länge, jedoch in stabförmiger Aufreihung, Sensoren (meist Magnetometer, Accelerometer und Neigungssensoren), welche die Position der Steuerfläche, die aktuelle horizontale Bohrrichtung und die aktuelle vertikale Neigung ständig ermitteln. Die erfassten Daten werden permanent über ein im Bohrgestänge verlaufendes Kabel (Monodraht) zu einem Steuerstand am Bohrgerät übertragen. Von hier aus erfolgt die ständige Überwachung und komplette Steuerung der gesamten Bohrung. Ortungen von der Erdoberfläche aus können bei diesem Kabelsondenprinzip entfallen..

Da mit den größeren Horizontalbohranlagen Bohrlängen von bis zu 2000 m und mehr realisierbar sind, muss die Kabelsondenavigation in beliebigen Tiefen (300 m und mehr) funktionieren. Die Steuergenauigkeit des Verfahrens beträgt in beliebiger Tiefe und Entfernung immer 2 % bezogen auf die Tiefe und horizontale Abweichung.

Hiesige Horizontalbohranlagen ab der 10 t – Klasse sind für die meisten geologischen Untergrundarten geeignet, mit speziellen Mud-Motoren sind auch Bohrungen durch Felsgestein verlaufsgesteuert möglich.

Methodik der Leitungsverlegung

Bei der Horizontal-Spülbohrtechnik (HDD) wird zunächst eine sogenannte Pilotbohrung mit dem Durchmesser der Bohrlanze erstellt. Diese Pilotbohrung endet an einer vorgegebenen Zielgrube.

In dieser Zielgrube wird die Bohrlanze vom eingebrachten Bohrgestänge abgeschraubt und dafür ein in Gegenrichtung orientierter Aufweitkopf (Reamer) angeschraubt. Dieser Aufweitkopf wird im Rückwärtsgang rotierend und spülend durch die Pilotbohrstrecke bewegt und somit der Bohrungsquerschnitt aufgeweitet. Sollte der Querschnitt schon eine Verlegung des gewünschten Leitungsproduktrohres zulassen, so kann dieses direkt hinter dem Aufweitkopf angehängt und ins Erdreich eingezogen werden. Zum Rohreinzug dient eine Innenziehvorrichtung, die über einen Drehwirbel mit dem Aufweitkopf verbunden ist. Der Aufweitungsdurchmesser des Mikrotunnels sollte mindestens 30 % größer sein als der Außendurchmesser des Produktrohres, damit im Ringraum genügend Bentonit (quellfähige Mischung Bentonit/Boden/Ton) für eine allseitige und kraftschlüssige Leitungseinbettung vorhanden ist. Bei größeren Leitungsdurchmessern und bei schwierigen geologischen Untergrundverhältnissen sind stufenweise mehrere Aufweitvorgänge erforderlich, wobei bei den Zwischenaufweitungen „leeres“ Bohrgestänge hinter dem Aufweitkopf angehängt wird. Lediglich bei der letzten Aufweitung wird das Produktrohr miteingezogen.

Mit den kleineren Bohranlagen (Midi-Geräten) sind Produktrohre mit Außendurchmessern bis 550 mm und mit den größten Bohranlagen bis maximal 2000 mm verlegbar.

Variationsbreite an Horizontalbohranlagen

Nach der geologischen und evt. geophysikalischen Erkundung und nach Definition der zu verlegenden Produktrohrgröße und der gewünschten Bohrabschnittslänge erfolgt die Auswahl einer für die Bauaufgabe „passenden“ Horizontalbohranlage. Fachfirmen des grabenlosen Leitungsbauwes verfügen heutzutage über eine ganze Variationsbreite an Horizontalbohranlagen in sehr unterschiedlichen Leistungsklassen. Hierdurch lässt sich das für die Bauaufgabe und für Aufstellverhältnisse im Verlegebereich unter Aspekten der Kostenoptimierung das geeignetste Gerät herausfinden. Da die Ortungsmethode, wie schon dargelegt wurde, in Relation zum Bohrungstiefgang steht, sind größere Bohranlagen mit elektronischen Navigationssystemen mit Kabelübertragung zum Leitstand ausgestattet, während die kleineren Anlagen mit Bohrkopfsendern bestückt sind.

Die am häufigsten benötigten Horizontalbohranlagen liegen im Leistungsbereich zwischen 7 t und 20 t Schub- und Zugkraft, da diese Anlagen für Standardaufgaben der Leitungsverlegung im Wohnstraßen- und Innenstadtstraßenbereich sehr gut dimensioniert sind. Kleinere Anlagen dienen häufig längeren Hausanschlüssen oder Einsätzen in sehr beengten Verhältnissen, während die größeren Anlagen häufige Aufgaben im Dükerbau, im größer dimensionierten Leitungsbau, in der Umwelt- und Geotechnik, im Grundbau sowie im Pipeline- und Rohrbau erfahren. Die Auswahl des für die jeweilige Bauaufgabe optimalen Gerätes wird eine Fachfirma in der Regel immer in Rücksprache mit dem Kunden treffen.

Qualifizierte Durchführung des grabenlosen Leitungsbauwes

Nach Formulierung der Bauaufgabe, nach geologischer und eventuell nach georadar-technischer Trassenerkundung und nach Bohrgeräteausswahl gilt es die eigentliche Bauaufgabe durchzuführen. Damit diese Aufgabe auch den künftigen Anforderungen eines Qualitätsmanagements nach ISO 9000 entspricht, werden alle Projektierungs- und Bauausführungsphasen dargestellt und danach in ihrem Umfang beschrieben:

1. Projektierungsphase (Bestandsplaneinholung, Trassenerkundung, Erörterung unterirdischer Hindernisse, Detailfestlegung der Trasse)
2. Verlegeprodukt-Kontrollphase
3. Maschinenkontrollphase
4. Bauausführungsphase (Start- und Zielgrubenöffnung, Vortriebsphase, Sicherheitsabstandsüberwachung, Trassenmarkierung, Schweißen des Verlegeproduktes, Aufweit- und Einzugsphase des Verlegeproduktes, Verschließen der Gruben, Säuberung der Baustelle)

5. Nachbereitungsphase (Einmessen der Leitung, Produktrohr-Rückstellprobe, Abnahmeprotokolle) und Dokumentation

In den einzelnen Projektphasen ist an folgende Arbeitsschritte zu denken:

Projektierungsphase:

1. Bestandsplaneinholung: Beschaffung sämtlicher Fremdleitungspläne für die vom Kunden angefragte Trasse. Vergleich der projektierten Trasse des Kunden mit den anstehenden Untergrundverhältnissen durch Einsichtnahme in geologische, bodenkundliche und evt. stadtgeschichtliche Kartenwerke. Falls vorhanden, Baugrundgutachten-Auswertung. Baustellenbesichtigung (evt. gemeinsam mit dem Auftraggeber). Anwohnerbefragung hinsichtlich ehemaliger Bebauung oder unterirdischer Einfüllungen.
2. Geologisch-geophysikalische Trassenerkundung: Einsicht und Bewertung sämtlicher Fremdleitungspläne. Einholung von Sondiergenehmigungen. Geologische und evt. geophysikalische Untersuchung der gesamten Trassenbandbreite durch geologische Umfelderkundung, Pürckhauer- und Rammkernsondierungen und evt. Georadarmessungen. Erkundet wird die Bohrbarkeit, mögliche Bohrhindernisse (z.B. Felsen, Bebauungsreste, u.a.), sowie ggf. über Georadar die tatsächliche Lage von Fremdleitungen. Durch Vergleiche der Fremdleitungspläne mit den Georadar-Messergebnissen und den aufgefundenen Einbindpunkten der Leitungen kann die tatsächliche Lage der Leitungen auf der Straßenoberfläche markiert werden.
3. Erörterung unterirdischer Hindernisse, Detailfestlegung der Trasse: Die Ergebnisse der geotechnischen Untergrunderkundung müssen mit den Vertretern der Auftraggeberseite eingehend diskutiert werden. Aus der Verknüpfung der Erkundungsergebnisse mit den versorgungstechnischen Parametern der Auftraggeberseite und den bohrtechnischen Kriterien der Auftragnehmerseite kann eine Detailfestlegung der Trasse getroffen werden. Aufgrund dieser Abstimmung können die Startgruben im Plan und auf der Straßenoberfläche angezeichnet werden. Ebenso wird die Verlegetiefe, die Über- oder Unterfahrung kreuzender Leitungen sowie deren Sicherheitsabstand, ein- und angezeichnet. Aufgrund der Detailfestlegung wird auch der einzusetzende Bohrgerätetyp, sein Bohrwerkzeug und seine bodenspezifische Bohrsuspension bestimmt.

Verlegeprodukt-Kontrollphase

Bevor eine Anlieferung des Verlegeproduktes an die Baustelle erfolgt, sollten Qualitätszertifikate für das Leitungsmaterial vorliegen.

Davon unabhängig sollte nach Anlieferung auf der Baustelle eine optische, bei Stahlrohr auch eine physikalische Kontrolle erfolgen. Bei schadhaftem Material durch Produktion oder Transport ist entweder eine abschnittsweise oder komplette Rückgabe zu veranlassen. Eine fotografische Schadensdokumentation ist in jedem Fall ratsam.

Für die schnellstmögliche Anlieferung von Ersatzmaterial ist Sorge zu tragen.

Maschinen-Kontrollphase

Die Verlegemaschinen sind täglich vor Baubeginn auf die Vollständigkeit ihrer Ausrüstung und auf ihren Wartungszustand zu überprüfen. Auch die Beleuchtungs- und Baustellensicherungs-vorrichtungen sowie Maschinenverbrauchstoffe sind zu kontrollieren. Mit einer Maschinen-Checkliste lassen sich vor dem Verbringen der Maschinen zu ihrem Einsatzort alle wichtigen Parameter kontrollieren. Schon bei der Herstellung der Bohrmaschinen sollte auf europäische Standards, auf qualitätsgeprüfte Werkstoffe und Komponenten sowie eine Zertifizierung des Herstellers geachtet werden.

Bauausführungsphase

1. Start- und Zielgrubenöffnung, sonstiger Tiefbau: Tiefbaufremdleistungen sollten von zertifizierten Unternehmen, möglichst mit DVGW-Zulassung, durchgeführt werden. Aushubarbeiten in Fremdleitungsnähe, sachgemäße Lagerung des Aushubs, Sicherung der Baugruben und deren Sauberkeit sind permanent überwachungsbedürftig.
2. Bohrvortriebsarbeiten: Dieser Leistungspart liegt ausschließlich im Verantwortungsbereich des Horizontalbohrunternehmers. Vor dem Bohrbeginn ist eine Eichung der Ortungsinstrumente vorzunehmen und die Bohr- und Stützsuspension ist auf ihre baustellenoptimale Zusammensetzung zu überprüfen bzw. gegebenenfalls jetzt noch zu optimieren. Die Trassenerkundungsbefunde sind beim Bohrvortrieb permanent zu beachten, die vorgegebenen Sicherheitsabstände, z.B. zu querenden Fremdleitungen, sind permanent zu berücksichtigen. Unvorhergesehene Änderungsnotwendigkeiten sind nur nach zumindest fernmündlicher Rücksprache mit dem Auftraggeber durchführbar, sofern nicht im vorneherein mögliche Alternativen vereinbart wurden. Während der Bohrung sind Bohrverlaufsmarkierungen auf der Straße/Oberfläche sowie eine exakte Dokumentation im Meßprotokoll (Bohrprotokoll) vorzunehmen. Beim Austritt des Bohrkopfes in der Zielgrube ist auf rechtzeitiges Abschalten der Hochdruckpumpen zu achten.
3. Schweißen des Verlegeproduktes: Schweißarbeiten an Produktrohren sind grundsätzlich nur von zugelassenen Fachfirmen (DVGW-Bescheinigung) oder von speziell ausgebildeten und DVGW-geprüften Mitarbeitern auszuführen. Nur bei Leitungen, die nicht der Versorgung dienen, sind Ausnahmen möglich. Alle Schweißarbeiten müssen von einem Schweißingenieur oder einer anerkannten Schweißfachkraft auf der Baustelle geleitet werden. Von allen Schweißungen sind Schweißparameterprotokolle zu erstellen (geschieht in der Regel durch Protokollplotter am Schweißgerät) und nachfragesicher aufzubewahren.
4. Aufweit- und Einzugsphase des Verlegeproduktes: Auch dieser Leistungspart liegt vollständig im Verantwortungsbereich des grabenlosen Leitungsverlegers. Auch hier ist vor Arbeitsstart eine Bohr- und Stützsuspensionskontrolle erforderlich. Entsprechend dem gewünschten Leitungsquerschnitt ist die Pilotbohrstrecke im Rückwärtsgang ein- oder mehrfach aufzuweiten, wobei beim letzten Aufweit- bzw. Räumvorgang der Produktrohreinzug erfolgt. Auf eine nicht verkehrsbeeinträchtigende Auslegung des Produktrohres vor dem Einzug ist zu achten. Der Rohreinzug selbst hat auftriebssicher und nahezu reibungsfrei zu geschehen, Gleitrollen und Umlenkrollen müssen versatzfrei und einzugsoptimal installiert sein. Vom komplett durchgezogenen Rohr ist das Rohranfangs-